Aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten

der Freien Universität Berlin

im Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhaus

Direktor: Professor Dr. med. Hans-Wolfgang Spier

Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Hauttemperatur gesunder Haut und bei Dermatosen, durchgeführt mit einem Infrarotstrahlungs-Meßgerät

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den
Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Walter Ellinghaus
aus Coesfeld/Westfalen

1972

Aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten

der Freien Universität Berlin

im Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhaus

Direktor: Professor Dr. med. Hans-Wolfgang Spier

Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Hauttemperatur gesunder Haut und bei Dermatosen, durchgeführt mit einem Infrarotstrahlungs-Meßgerät

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den
Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Walter Ellinghaus
aus Coesfeld/Westfalen

Referent: Professor Dr.med.Hans-Wolfgang S p i e r

Korreferent: Professor Dr.med.Dr.rer.nat. Ulrich H e g e l

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am:5.5.1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

M e i n e n E l t e r n

g e w i d m e t

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547025_0048

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

A. Zur Physiologie der Wärmeabgabe und der Temperatur der Haut

I. Allgemeines 1

1. Zur Wärmeabgabe 1

2. Hauttemperaturmessung durch Messung der Wärmeabstrahlung 1

3. Hauttemperatur und Wärmehaushalt unter physiologischen Verhältnissen 2

II. Hautfarbe und Hauttemperatur 4

1. Allgemeines 4

2. Hautfarbe und Hauttemperatur bei reaktiver Hyperaemie 4

3. Hautfarbe und Hauttemperatur bei epicutaner Applikation eines Rubefaciens 5

4. Hautfarbe und Hauttemperatur bei krankhaften Veränderungen der Haut oder unter der Haut liegenden Strukturen 5

B. Methoden der Hauttemperaturmessung

I. Allgemeines 6

II. Infrarot-Messungen, Meßgeräte 7

C. Eigene Untersuchungen

I. Das hier verwendete Gerät 8

II. Prüfung der Zuverlässigkeit des gewählten Gerätes 11

III. Experimentelle Untersuchungen an gesunder Haut 16

1. Hauttemperatur unter physiologischen Verhältnissen

a) Spontane Temperaturschwankungen 16

b) Mosaikartiges Temperaturmuster der Haut 19

c) Konsensuelle Temperatur-Reaktion an den Armen 20

2. Hauttemperatur und Hautfarbe

a) Hauttemperatur bei arterieller Blutsperre 22

Seite

b) Reaktive Hyperaemie und Hauttemperatur nach Aufhebung arterieller Drosselung 24
c) Applikation eines Rubefaciens 26
d) Intracutane Injektionen (NaCl, Pilocarpin, Atropin, Adrenalin) 29
e) Anhang: Hauttemperatur beim weißen Dermographismus eines Neurodermitikers 33
IV. Hauttemperaturmessungen bei Hauttests und Dermatosen 34
1. Positive Ekzem-Läppchentests und Heftpflasterreaktionen 34
2. Dermatosen 37
a) Nicht entzündliche Dermatosen 38
α)Naevi β)nicht maligne epitheliale Wucherungen γ)Basaliom, Spinaliom δ)Melanomalignom ε)Ulcus cruris ζ)Sonstiges
b) Exsudative bzw. entzündliche Dermatosen 42
α)Urticaria β)Erythema exsudativum multiforme-artiges Arzneimittelexanthem γ)Ekzem δ)Psoriasis vulgaris ε)Sonstiges

D. Diskussion 45
E. Zusammenfassung 56
F. Anhang 58
G. Literaturverzeichnis

A. ZUR PHYSIOLOGIE DER WÄRMEABGABE UND DER TEMPERATUR DER HAUT

I. ALLGEMEINES

1. ZUR WÄRMEABGABE

Im Körper besteht ein Regelkreis, dessen Regelobjekt die Konstanthaltung der Kerntemperatur ist. Die beiden Stellglieder in diesem Regelkreis, die eine Veränderung der Kerntemperatur verhindern, sind die Wärmeabgabe und - allerdings nur sehr bedingt - die Wärmeproduktion. Ein großer Teil der Wärmeproduktion ist durch zwei Mechanismen, die nicht den Regelerfordernissen untergeordnet werden können, nämlich Grundumsatz und Motorik, vorgegeben.

Die Wärmeabgabe der Haut geschieht durch Verdampfung von Wasser, Konvektion und Strahlung. Bei 20° C Lufttemperatur beträgt etwa das prozentuale Verhältnis der drei Anteile an der Wärmeabgabe (nach ASCHOFF): Verdampfung von Wasser 20 %, Konvektion 25 %, Strahlung 55 %. Änderungen der Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Kleidung können auch bei gleicher Außentemperatur das prozentuale Verhältnis verschieben. Steigt die Lufttemperatur über 30° C, nimmt der Anteil der Verdunstung an der Wärmeabgabe sehr stark zu.

Hier interessiert besonders die Wärmeabgabe in Form von Strahlen. Die Wärmestrahlung der Haut liegt im Wellenlängenbereich von ca. 2 μ bis ca. 100 μ.
NEWBURGH schreibt, im Bereich von 5-20 μ (Max. 9 μ) werde fast 100 % der Strahlungsenergie abgegeben.
NICOLAI gibt die kurzwellige Grenze der Infrarotstrahlung des Menschen mit 2,3 μ an, das Maximum der Strahlung liege bei etwa 10 μ. Insgesamt gesehen liegt demnach eine Abstrahlung im relativ kurzwelligen Infrarotbereich vor.

2. HAUTTEMPERATURMESSUNG DURCH MESSUNG DER WÄRMESTRAHLUNG

Nach dem Stefan-Boltzmann'schen Gesetz gilt, daß bei einem "Schwarzen Körper" die Leistung der Gesamtstrahlung, d. h.

pro Zeiteinheit durch Strahlung abgegebene Energie, proportional der vierten Potenz seiner Temperatur ist ($W_E \sim T^4$). Viele neuere Untersuchungen (BUCHMÜLLER, HARDY und BÜTTNER zitiert nach EIGEL) haben bestätigt, daß die menschliche Haut sich ganz weitgehend wie ein "Schwarzer Körper" verhält, d. h. sie absorbiert alle auf sie einfallende Strahlung ohne nennenswerte Reflexion. Der Absorptionskoeffizient ist demnach nahe 1; die Angaben der oben genannten Autoren schwanken zwischen 0,95 und 0,99. Mißt man daher die Gesamtstrahlungsenergie der Haut, so kann man mit genügender Genauigkeit auf die Temperatur der Haut rückschließen. Auf die divergierenden Angaben von GOEPFERT wird in der "Diskussion" eingegangen.

3. HAUTTEMPERATUR UND WÄRMEHAUSHALT UNTER PHYSIOLOGISCHEN VERHÄLTNISSEN

Die Hauttemperatur des Menschen ist keineswegs über die ganze Körperfläche hin konstant, vielmehr zeigen Kopf, Rumpf, Extremitäten deutliche Unterschiede. Auch im Bereich desselben Körperabschnittes finden sich sehr verschiedene Temperaturen. An den Armen und Beinen gilt in etwa die Regel: je weiter distal die Hautstelle liegt, um so tiefer die Temperatur, jedenfalls in bestimmten Temperaturbereichen. In der Querrichtung des Körpers besteht grundsätzlich eine Symmetrie der Hauttemperatur. Mehrere Autoren (PLEIDERER, BÜTTNER, COBET, IPSEN zitiert nach KLEINE-NATROP) finden allerdings Symmetrieunterschiede bis 1,5°, sogar bis 2,0° C, die noch nicht als pathologisch anzusehen seien. Zu beachten ist eine Felderung der Topographie der Hauttemperatur. Nur 5mm voneinander entfernte Hautstellen können schon Temperatur (T)-Differenzen um 0,3° C aufweisen (PENNES, Messung mit Radiometer). Offenbar besteht die Haut aus kleinen Feldern von etwa 5 mm Durchmesser mit unterschiedlichen Temperaturen ("Temperatur-Mosaik"). Steigt/sinkt die Wärmeproduktion des Körpers, so verändert sich die Hauttemperatur und zwar die des Rumpfes nur wenig, um so mehr die der Extremitäten. Hierbei ist die T-Differenz, je weiter distal, um so größer, d. h. an der Fingerkuppe am größten, am Oberarm am geringsten.

Das Transportvehikel des Wärmeflusses von innen nach außen ist das bevorzugt thermoregulatorisch gesteuerte Hautgefäßsystem, da eine direkte Abstrahlung aus dem Körperinnern durch das Fettgewebe, aber auch durch das geringe Wärmeleitvermögen des cutanen Bindegewebes entscheidend vermindert wird.
"Die Variabilität der Durchblutung beträgt am Finger 1:600 (unter 0,2 cm^3/100 cm^3 Gewebe /min. bei Vasokonstriktion, über 120 cm^3 bei Dilatation), die der Hand 1:30 und die der Körperoberfläche im Mittel vielleicht 1:7" (ASCHOFF).
Den Extremitäten fällt offenbar die Hauptlast der Thermoregulation zu.
Aber auch ohne Änderung endogener oder exogener auf die Hauttemperatur einwirkender Faktoren ist die Temperatur an der Hand nicht konstant, sondern zeigt sog. spontane Temperaturschwankungen. Die Amplitude dieser Schwankungen ist an der Fingerbeere am größten, am Finger-Mittelglied etwas kleiner und nimmt Richtung Unterarm immer mehr ab. Am Unterarm finden sich kaum mehr Temperaturschwankungen. Bei gleichzeitiger, z. B. plethysmographischer Registrierung von Hauttemperatur und Durchblutung wird deutlich, daß den spontanen Temperaturschwankungen spontane Durchblutungsschwankungen zu Grunde liegen (BURTON u. TAYLOR, ASCHOFF), da da die Schwankungskurven der Temperatur und der Durchblutung kongruent sind. Eine gewisse Phasenverschiebung von etwa 30 sek. ist bedingt durch die Wärmekapazität des Gewebes (BURTON u. TAYLOR (s. Diskussion). Die Richtung der spontanen Schwankungen ist an allen Extremitätenenden in etwa identisch (MATTHES zitiert nach RATSCHOW). Spontane Durchblutungsschwankungen und damit spontane Temperaturschwankungen gehen offenbar vom vegetativen Nervensystem aus, da sie nach Sympathektomie verschwinden (MARX und SCHOOP, BURTON und TAYLOR, ASCHOFF).
Es besteht nach GAHLEN und KLÜKEN eine gewisse Tagesrhythmik der Hauttemperatur; sie ist abends am niedrigsten, morgens etwas höher, nachmittags am höchsten (zitiert nach RATSCHOW).
Beim Eintauchen eines Armes in kaltes/warmes Wasser sinkt/steigt konsensuell auch die Hauttemperatur des anderen nicht exponierten Armes. Bei Kaltwasser-Exposition ist folgende Besonderheit zu beachten: beläßt man einen Arm längere Zeit - etwa 1 Stunde - im Wasser von etwa 16° C und beobachtet den Temperaturverlauf am anderen Arm, so sinkt dort zunächst, wie erwartet, die Tempera-

tur ab, nach etwa 10 Min. aber steigt wieder die Temperatur beinahe auf die Ausgangstemperatur an, um nach etwa 15 Min. wieder zu fallen. Nach gleichem Intervall folgt dann wieder eine Temperaturerhöhung usw.. Der Temperaturerhöhung liegt jeweils eine Gefäßdilatation zugrunde, weshalb diese Erscheinung als Kältedilatation bezeichnet wird(LEWIS).
Die Frequenz der Dilatationswellen nimmt mit sinkender Wassertemperatur zu. Die obere Temperaturgrenze des Wassers, unterhalb der noch eine Kältedilatation eintritt, liegt nach LEWIS bei 18° C. KRAMER und SCHULZE fanden ganz entsprechende Erscheinungen bei Exposition eines Armes gegenüber kalter Luft (z. B. Eisschrank).

II. HAUTFARBE UND HAUTTEMPERATUR

1. ALLGEMEINES

Die Hautfarbe wird vom Füllungszustand der subepidermalen Kapillaren und besonders der subpapillären Venenplexus sowie vom Sauerstoffgehalt des Blutes bestimmt (ROTHMAN, STÜTTGEN), genauer: die Farbtiefe ist vom Füllungszustand, der Farbton vom Sauerstoffgehalt abhängig (RATSCHOW).

Die Hauttemperatur wird von der Durchströmungsrate bestimmt, d. h. von der Menge Blut, die pro Zeiteinheit durch die Blutgefäße fließt (RATSCHOW, ROTHMAN). Diese ist ceteris paribus abhängig von der Weite der Arteriolen. Diese wiederum stellen den Ort des größten Widerstandes und somit des größten Druckabfalles in der arteriellen Strombahn dar (MARX und SCHOOP).
So kann die Haut rot und trotzdem kalt sein (Kapillaren und Venenplexus stark gefüllt, aber Durchströmung wegen Engstellung der Arteriolen sehr gering). Bei blasser und trotzdem warmer Haut sind die Kapillaren eng, die Arteriolen weit gestellt. Das Blut fließt offenbar über relativ oberflächlich gelegene a. v. Anastomosen ab (RATSCHOW). Diese wechselseitigen Beziehungen hat IPSEN eingehend erforscht.

2. HAUTFARBE UND HAUTTEMPERATUR BEI REAKTIVER HYPERAEMIE

Wenn die arterielle Blutzufuhr des Unterarmes etwa für 5 Min. gesperrt wird, so wird die Hand blaß, ihre Temperatur sinkt.

Ca. 3 sek. nach Lösung der Sperre tritt die reaktive Hyperaemie, aber erst nach etwa 30-60 sek. eine reaktive Erwärmung ein. Nach längerer Drosselungszeit (über 10 Min.) ist die reaktive Erwärmung nicht mehr so ausgeprägt, da zunächst viel Blutwärme zur Wiederaufwärmung des durch lange Drosselung ausgekühlten Armes verbraucht wird (GROSSE-BROCKHOFF und VORLAENDER).

3. HAUTFARBE UND HAUTTEMPERATUR BEI EPICUTANER APPLIKATION EINES RUBEFACIENS

Bei epicutaner Applikation eines Rubefaciens, hier Nikotinsäurebenzylester (N. E.), zeigt die normale Haut nach wenigen Minuten eine scharf begrenzte Rötung, über der die Temperatur erhöht ist. Nach ein bis drei Stunden blaßt die Rötung ab. STARK-MITTELHOLZER in Anlehnung an GROSS und MERZ sowie STREHLER beschreiben diese Reaktion eingehend, ferner z. B. BOLTE; DOERR und HEITE; ENGELHARDT. Ob Änderungen der Temperatur und der Rötung synchron verlaufen, bleibt jedoch bei den Autoren offen.

4. HAUTFARBE UND HAUTTEMPERATUR BEI KRANKHAFTEN VERÄNDERUNGEN DER HAUT ODER UNTER DER HAUT LIEGENDEN STRUKTUREN

a) Allgemeines

Abgesehen vom Fieber ist die Hauttemperatur erhöht bei akut rheumatisch entzündeten Gelenken (etwa um 3-5° C), bei Thrombophlebitiden und Lymphangitiden, bei diabetischer und infektiöser Gangrän - im Gegensatz zur arteriosklerotischen Gangrän und zur Embolie (KLEINE-NATROP).

b) Bei Dermatosen

KLEINE-NATROP schreibt 1961: "Abgesehen von den über den Rahmen der Dermatologie hinaus interessierenden Durchblutungsstörungen der Haut liegen für die Hautkrankheiten im engeren Sinne auffälligerweise nicht übermäßig viele hautthermometrische Ergebnisse vor."
Bei folgenden Hautkrankheiten im engeren Sinne ist eine Abweichung der Hauttemperatur von der Norm bekannt geworden:
Bei den akuten Entzündungen der Haut ist die Hauttemperatur

erhöht. Offenbar bedingt die Entzündung eine vermehrte Durchblutung. So wurden bei der Dermatitis solaris Temperaturerhöhunge bis zu 8° C gefunden, (FELSHER und ROTHMAN zitiert nach KLEINE-NATROP). Bei chronisch erythematösen Entzündungen besteht trotz der Rötung nicht immer eine Erhöhung der Temperatur, wie z. B. bei der chronisch exfoliierenden Dermatitis beobachtet (FELSHER und ROTHMAN zitiert nach KLEINE-NATROP). Bei universellen Erythrodermien fand MALI andererseits eine deutliche Temperaturerhöhung, bei Ulcus cruris-Patienten KLEINE-NATROP eine Temperatur-Asymmetrie des kranken Beines im Vergleich zum gesunden Bein.

Bei den meisten Neurodermitikern tritt nach Bepinselung der Haut mit N. E. eine von der Norm abweichende Reaktion auf (DOERR und HEITE, FRIDERICH und AICHINGER, ILLIG).

Nach ILLIG sind vier Typen zu unterscheiden:

1. stark verminderte, oedemfreie Hyperaemie,
2. völliges Fehlen sichtbarer Reaktionserscheinungen,
3. Anaemie nach kurzem ebenfalls oedemfreiem hyperaemischem Vorstadium,
4. isolierte Anaemie.

Auch bei Neurodermitikern fand ILLIG unabhängig von der Reaktionsform, d. h. selbst bei anaemischer Reaktion, eine Temperaturerhöhung über der Applikationsstelle.

B. METHODEN DER HAUTTEMPERATUR-MESSUNG

I. ALLGEMEINES

Zur Messung der Hauttemperatur haben sich in den letzten Jahrzehnten zwei Meßprinzipien bewährt:

1. Das elektrische Hautthermometer, dessen Konstruktion meist auf dem Prinzip des hohen Widerstand/Temperatur-Quotienten bestimmter Halbleiter (NTC-Leiter, d. h. Leiter mit einem hohen negativen Temperatur Coefficienten) beruht.
2. Das seit COBET (1925) entwickelte Radiometer. Ein Radiometer mißt die von der Temperatur der Hautoberfläche abhängige Wärmestrahlung.

BUCHMÜLLER schreibt, die exaktere Methode sei heute ohne Zweifel - "selbst unter Einhaltung subtilster Bedingungen" bei der elektrischen Hautthermometrie - die Radiometrie. Als Vorteile des Radiometers gegenüber dem elektrischen Hautthermometer können angeführt werden:

1. Das elektrische Hautthermometer muß - im Gegensatz zum Radiometer - in Kontakt mit der Haut stehen. Durch den Berührungsdruck kann die Temperatur der zu messenden Hautstelle verändert werden (STOLL und HARDY).
2. Die durch den Berührungsreiz gesetzte Veränderung hält eine gewisse Zeit an (COBET, SCHOELER).
3. Die zu messende Temperatur kann verändert werden durch Wärmeableitung wegen der endlichen Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit der Meßsonde.

II. INFRAROT-MESSUNGEN, MESSGERÄTE

Das erste Radiometer, das genauere Messungen gestattete, entwickelte und beschrieb COBET eingehend 1925/26:

Ein Hohlspiegel konzentriert die von der Haut empfangene Strahlung auf eine aus vielen hintereinander geschalteten Thermoelementen bestehende Thermosäule. Durch die Strahlung werden nur die einen berußten Lötstellen erwärmt, während die jeweils anderen Lötstellen nicht der Strahlung ausgesetzt sind. Die entstehende Thermospannung wird mit einem Galvanometer gemessen.

HARDY hatte die Messung der Hauttemperatur durch Radiometer weiter entwickelt und vergleichende Untersuchungen von Thermoelement und Radiometer als Hautthermometer angestellt. Die erforderliche Meßzeit betrug bei COBET 10 sek., bei HARDY etwa 20 sek.. Um diese Meßzeit wesentlich zu verkürzen, entwickelten SCHWAMM und REEH 1953 ein Gerät, in dem ein elektronischer Verstärker die in ein elektrisches Signal umgewandelte Strahlungsenergie vervielfacht und so der maximale Ausschlag des Galvanometers wesentlich schneller erreicht wird.

Vor dem Strahlungsempfänger rotiert eine die Strahlung periodisch unterbrechende Sektorenscheibe. Dadurch wird das vom Strahlungsempfänger ausgehende elektrische Signal

periodisch zerhackt, was den Einsatz von elektronischen Wechselspannungsverstärkern ermöglicht. Als Strahlungsempfänger dient ein Bolometer, d. h. ein berußtes Metallplättchen, das in einem Stromkreis als Widerstand wirkt, dessen Größe abhängig ist von seiner Temperatur, d. h. von der auffallenden Strahlung. Die Wechselspannung wird vor dem Galvanometer wieder gleichgerichtet.

Das von SCHWAMM und REEH entwickelte Gerät besteht demnach aus folgenden Teilen: (siehe auch Abb. 1, 2)

Sektorscheibe

Strahlung ¦ Bolometer-Verstärker-Gleichrichter-Galvanometer

In der Folgezeit von anderen Autoren entwickelte I. R.-Strahlungsmeßgeräte zeigen einen im Prinzip ähnlichen Aufbau, z. B. ein solches von KROEBEL und VANSELOW (abgesehen von den PbS-Photozellen als Strahlungsempfänger).

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. DAS HIER VERWENDETE GERÄT

Als Infrarot-Meßgerät (I. M. G.) wurde das von SCHWAMM und REEH entwickelte und in den Physikalisch-Technischen Werkstätten Heimann GmbH, Wiesbaden-Dotzheim, gebaute Gerät verwendet (siehe Abb. 1, 2)

Der prinzipielle Aufbau des Gerätes wurde in Kapitel B. II. dargestellt. Hier folgen noch einige Erläuterungen zur Meßsonde (siehe Abb. 2 a): Tritt die Strahlung in den Meßkopf ein, wo wird sie durch eine rotierende Sektorscheibe (= Modulatorflügel) periodisch unterbrochen. Die Temperatur des Modulatorflügels muß konstant gehalten werden, da ja auch seine Temperaturstrahlung auf das Bolometer fällt, die Anzeige des Bolometer aber nur durch eine veränderliche Größe - nämlich die Strahlung der Objekttemperatur - beeinflußt werden soll, (siehe auch unter "Physikalische Grundlagen der Messung" im Anhang). Zur Konstanthaltung der Modulatortemperatur befindet sich die Sektorscheibe innerhalb eines Referenzstrahlers, das ist hier eine elektrisch beheizte und über eine Regelschaltung auf 41° C konstant gehaltene "Dose", in der eine Bohrung angebracht ist, die als Blende für den Strahlengang wirkt. Der Modulatorflügel wird durch den Modulatormotor angetrieben. Über einen Oberflächenspiegel wird die Strahlung auf das Bolometer gelenkt.

Abb. 2: Aufbau des hier verwendeten Infrarot-Meßgerätes. Originalabbildung aus dem Werksprospekt der og. Werkstätten

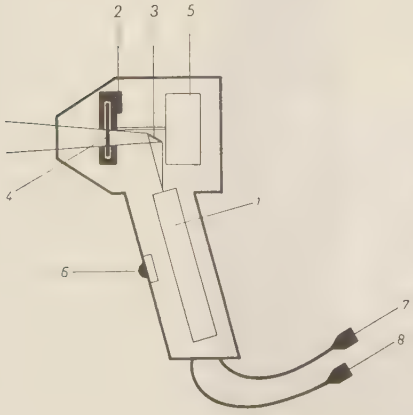


Abb. 2 a: Meßsonde

1. Bolometer
2. Referenzstrahler
3. Spiegel
4. Modulatorflügel
5. Modulatormotor
6. Schalter für Modulator
7. Stecker für Bolometer
8. Stecker für Modulator

Abb. 2 b siehe Seite 10

Abb. 1 a
Handhabung der Meßsonde(Bolometer) und Anzeigevorrichtung

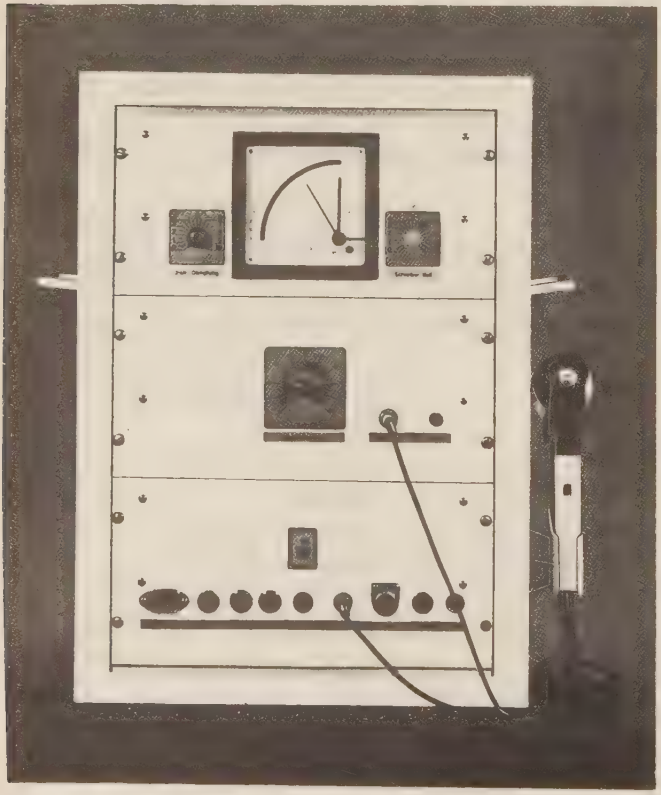


Abb.1 b
Verwendetes Infrarot-Meßgerät(Meßsonde und Verstärker)

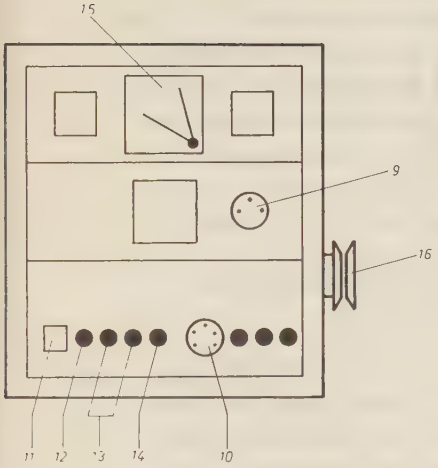


Abb. 2 b: Verstärker

9. Buchse für Stecker 7
10. Buchse für Stecker 8
11. Netzanschluß
12. Netzschalter
13. Sicherung
14. Kontrollampe
15. Anzeigeinstrument
16. Halter für Meßsonde

Bolometer und Motor werden über einen Stecker mit dem Verstärker verbunden. Die vom Bolometer abgegebene Wechselspannung wird in einem 5stufigen Selektivverstärker verstärkt und durch ein Instrument angezeigt. Der Verstärkungsgrad ist so eingestellt, daß die Strahlung eines "Schwarzen Körpers" von 41° C Vollausschlag (= 150 Skaleneinheiten) hervorruft. Der Nullpunkt entspricht der Strahlung eines "Schwarzen Körpers" von 26° C.(Einstellung:0 Skaleneinheiten (Sk. E.) = 26° C, 150 Sk. E. = 41° C, 10 Sk. E. = 27° C usw).

Bei Inbetriebnahme des Gerätes ist der Verstärker an das Netz (220 V, 50 Hz) anzuschließen. Netz- und Modulatorschalter sind einzuschalten. Die notwendige Anheizzeit des Gerätes beträgt zur Durchführung von Messungen etwa 15 Minuten. Die Anzeigegeschwindigkeit beträgt 1/2 - 1 sek..

Die Meßsonde kann entweder direkt auf die Haut aufgesetzt werden, oder es kann auch in einem geringen Abstand von der Haut gemessen werden. Je größer der Abstand zwischen Meßsonde und Objekt, um so größer ist die erfaßte Meßfläche, bei 5 mm Abstand hat die Meßfläche einen Durchmesser von 10 mm. Die Genauigkeit des Meßergebnisses ist vom Abstand unabhängig.

Bei den meisten eigenen Messungen wurde der Abstand zwischen Meßsonde und Objekt auf 0,5 cm eingerichtet. Für Messungen an der

Armhaut des Verfassers selbst wurde die Meßsonde an einem Stativ befestigt, damit der andere Arm sie nicht zu halten brauchte und so frei war zur Protokollführung. Technische Daten, die aus einem Werksprospekt der og. Firma entnommen wurden, und physikalische Grundlagen der Messung unter besonderer Berücksichtigung dieses Gerätes s. "Anhang".

II. PRÜFUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT DES GEWÄHLTEN GERÄTES

Versuchsanordnung:

In einer weit offenen Tonschale (ca. 10 cm Öffnungsdurchmesser) wurden etwa 100 cm^3 Paraffinum perliquidum (P. pl.) als chemisch inerte, im physiologischen Temperaturbereich nicht verdampfende Flüssigkeit auf einem Magnetrührer mit einer Geschwindigkeit von ca. $0{,}2^{\circ}$ C/min. erwärmt. In das P. pl. hing ein eichfähiges Hg-Thermometer. Es wurde fortlaufend in dem Bereich von 26° bis 41° C die Temperatur des P. pl. auf dem Hg-Thermometer und zugleich die Wärmeabstrahlung auf dem Infrarotstrahlmeßgerät (I. M. G.) abgelesen, dessen Kopf sich etwa 2 cm oberhalb des P. pl.-Spiegels befand.

Die Rührgeschwindigkeit hatte keinen Einfluß. Eine Änderung des Winkels der Meßkopfstellung zur n. b. unruhigen P. pl.-Oberfläche war ebenfalls ohne Einfluß. Diese Eichversuche wurden sowohl bei ansteigenden wie absteigenden Temperaturen durchgeführt. Mit Hilfe dieser nur a posteriori zu rechtfertigenden Versuchsanordnung *) sollte geprüft werden, ob

a) Übereinstimmung der Meßangaben des I. M. G. mit den Hg-Thermometer-Temperaturen besteht ("Absolutgenauigkeit")
b) etwaige Änderungen des Skalenausschlages bei bzw. nach längeren Betriebszeiten auftreten (Nullpunktkonstanz)
c) Temperaturunterschiede genügend empfindlich wiedergegeben werden und ob Temperaturunterschiede auch nach längerer Laufzeit des I. M. G. vom Hg-Thermometer und

I. M. G. gleichhoch angegeben werden (Langzeitstabilität der Empfindlichkeit).
Das I. M. G. war vor Beginn der Messungen

1. mindestens 12 Std. früher abgeschaltet worden (A) oder
2. schon 1 oder 2 Std. mit längeren oder kürzeren Unterbrechungen in Betrieb, zuletzt aber 1/4 Std. lang abgeschaltet (m. U.)
3. schon 1 oder mehrere Std. ununterbrochen in Betrieb (Angabe der Stundenzahl)

---

*) cf. S. 45 - Physikalisch exakte Verfahren (Hohl-Strahler-Prinzip) s. KOHLRAUSCH, Prakt. Physik. Bd. 1 (Teubner, Stuttgart 1960)

Tabelle 1 Zusammenfassung aus den Meßreihen 1-7 zur Frage der Absolutgenauigkeit und Nullpunktkonstanz.
Skalenausschläge des I. M. G. bei folgenden Temperaturen in Abhängigkeit von der Laufzeit des I. M. G. (Angaben der og. Herstellerfirma: 0 Skaleneinheiten (Sk. E.) = 26° C, 150 Sk. E. = 41° C, 10 Sk. E. = 27° C usw)

	27° C	31° C	35° C	39° C
x)				
1) 1 Std.	13	52	89	128
m. U.	-	53	90	128
2) m. U.	17	53	92	131
1 1/4 Stdn.	15		91	129
2 1/4 Stdn.	13	49	86	120
2 3/4 Stdn.	-	47	80	120
3 Stdn.	-	49	83	119
3) A.	17	57	93	131
1/2 Std.	13	49	87	127
1 1/2 Stdn.	14	54	91	130
2 Stdn.	11	47	84	123
3 3/4 Stdn	12	49	85	124
4) m. U.	11	50	88	126
5) A.	19	56	94	131
6) m. U.	18	58	96	135
m. U.	18	55	91	130
7) A.	13	51	90	130
*) x) S. Text				
Sollwert	10	50	90	130
Istwert	11-19	47-58	80-96	119-135
Maximale Abweichung des Istwertes	+ 9	-3/+8	-10/+6	-11/+5

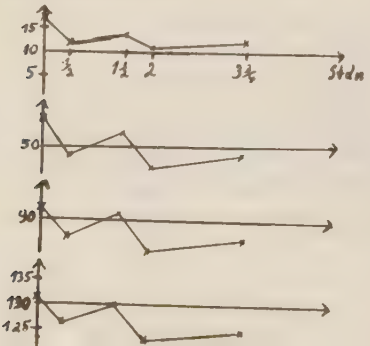


Abb. 3: Schwankungen der I. M. G.-Temperaturangaben um den Sollwert zu verschiedenen Meßzeiten bei ununterbrochenem Betrieb (aus Meßreihe 3)

Tabelle 2 Zusammenfassung aus den Meßreihen 1-7 zur Frage der Langzeitstabilität der Empfindlichkeit.
Skalenausschläge des I. M. G. bei folgenden Temperaturunterschieden ($\Delta\vartheta$) in Abhängigkeit von der Laufzeit des I. M. G.

Δt	1° (33° -34°)	1° (34° -35°)	3° (27° -30°)	4° (31° -35°)	6° (30° -36°)	11° (28° -39°)
1) 1 Std.	9	10	29	38	55	104
m. U.	8	10	-	37	55	100
2) m. U.	9	10	28	39	57	108
2 1/4 Stdn.	8	8	27	37	54	97
2 3/4 Stdn.	8	8	27	33	52	99
3 Stdn.	8	10	-	33	53	97
3) A.	8	9	30	35	54	104
1/2 Std.	9	9	27	38	56	105
1 1/2 Stdn.	9	9	30	38	56	106
2 Stdn.	9	10	26	37	57	103
3 3/4 Stdn.	9	9	27	36	55	103
4) m. U.	9	10	28	38	56	105
5) A.	9	10	26	38	57	103
6) m. U.	9	9	30	39	59	107
m. U.	8	9	27	37	56	102
7) A.	9	10	28	39	59	108
Sollwert	10	10	30	40	60	110
Istwert						
A. bzw. m. U.	8-9	9-10	26-30	35-39	54-59	102-108
Stdn.	8-9	8-10	26-30	33-39	52-59	97-108

Die I. R. Abstrahlung von gemäß Hg-Thermometer gleich temperiertem, magnetgerührtem Paraffin hat nach verschiedenen Laufzeiten des I. M. G. unterschiedliche Ausschläge des I. M. G. zur Folge (siehe Tabelle 1).

Im einzelnen:

1. Bei Einschaltung des Gerätes zu Beginn der Meßreihe ist die Streuung der Einzelmessungen am kleinsten:

für 31° C	51 bis 57	Sk. E. statt	50
für 35° C	90 bis 94	Sk. E. statt	90
für 39° C	130 bis 131	Sk. E. statt	130

(Die letzte Zahlenreihe enthält die Meßwerte, die man auf Grund der Angaben der Herstellerfirma erwartete)

Bei längerem Lauf der Sektorscheibe wird die Streuung der Einzelmessungen größer:

für 31° C	47 bis 58	Sk. E. statt	50
für 35° C	80 bis 96	Sk. E. statt	90
für 39° C	119 bis 135	Sk. E. statt	130

In etwa mag die Regel gelten: je länger die Sektorscheibe läuft, desto mehr ist mit einer negativen Abweichung der Angabe des I. M. G. zu rechnen (d. h. das I. M. G. zeigt zu niedrige Temperatur an).

Zusammenfassung der eigenen Prüfergebnisse

zu a) Die Frage der Absolutgenauigkeit des Gerätes kann mit großer Wahrscheinlichkeit verneint werden, auch wenn man die Unvollkommenheit der Eichanordnung entgegenhalten kann. Denn die gleiche Temperatur wird zu verschiedenen Meßzeiten mit sehr unterschiedlichen Meßwerten angegeben, z. B. 31° C mit 47 Sk. E. und mit 58 Sk. E. (siehe obige Meßwerte).

zu b) Die Frage der Nullpunktkonstanz kann sicher verneint werden, denn bei längerer Laufzeit des Gerätes wanderte der Nullpunkt Richtung niedrigere Temperaturen (siehe auch Abb. 3).

zu c) Die Empfindlichkeit des Gerätes im Hinblick auf physiologische Verwendung wird besser als in diesen Eichversuchen demonstriert durch die Temperaturmessungen bei arterieller

Blutsperre des Unterarmes. Hier erwartet man physiologischerweise einen Temperaturabfall, und dieser wird auch von dem I. M. G. offenbar völlig ausreichend genau aufgezeichnet (siehe Versuch 7, S. 22. Die Langzeitstabilität der Empfindlichkeit wird aufgezeigt in Tabelle 2, die gleichen Temperaturunterschiede werden auch zu verschiedenen Zeiten in etwa mit den gleichen Skalenausschlägen angegeben (siehe Abb. 3). Außerdem ist zu beachten, daß in der weiteren Arbeit nur in-vivo-Messungen durchgeführt werden. Der für die in-vivo-Messungen wichtige Temperaturbereich liegt zwischen 31° C und 35° C. Für diesen Bereich gilt nach den obigen Messungen (siehe Tabelle 2): ein Temperaturunterschied von 1° C kann minimal mit 8 Sk. E., maximal mit 10 Sk. E. angezeigt werden; einer von 4° C minimal mit 33 Sk. E., maximal mit 39 Sk. E.. Diese Streubreite der Differenzen ist nicht von entscheidender Bedeutung.

Zusammenfassende Beurteilung des Gerätes:
Da bei den in-vivo-Messungen hauptsächlich nur Temperaturunterschiede (Relativmessungen) interessieren und diese Temperaturunterschiede von dem I. M. G. $\pm$ 0,1° C genau angezeigt werden, ist das Gerät für die hier beabsichtigten Messungen durchaus geeignet.

I. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN AN GESUNDER HAUT

1. HAUTTEMPERATURMESSUNGEN UNTER PHYSIOLOGISCHEN VERHÄLTNISSEN

a) Spontane Temperaturschwankungen

Versuch 1 - 3:
Befestigung der Meßsonde über dem Tisch an einem Stativ. Der Unterarm der Versuchsperson (E. W.) lag auf dem Tisch bzw. wurde zur Messung verschiedener Hautstellen verschoben. Die Temperatur vorher festgelegter, markierter Hautstellen wurde über die unten angegebene Dauer verfolgt.
Darstellung der Meßergebnisse in den folgenden Abbildungen. Die Lokalisation der Hautstellen ist unter den Abb. angegeben. Durchmesser der Hautstellen jeweils 10 mm.

Versuch 1 in 5-min.-Abstand über 120 Minuten (siehe Abb. 4)
Versuch 2 in 1-min.-Abstand über 30 Minuten (siehe Abb. 5)
Versuch 3 in 15-sek.-Abstand über 14 Minuten (siehe Abb. 6)

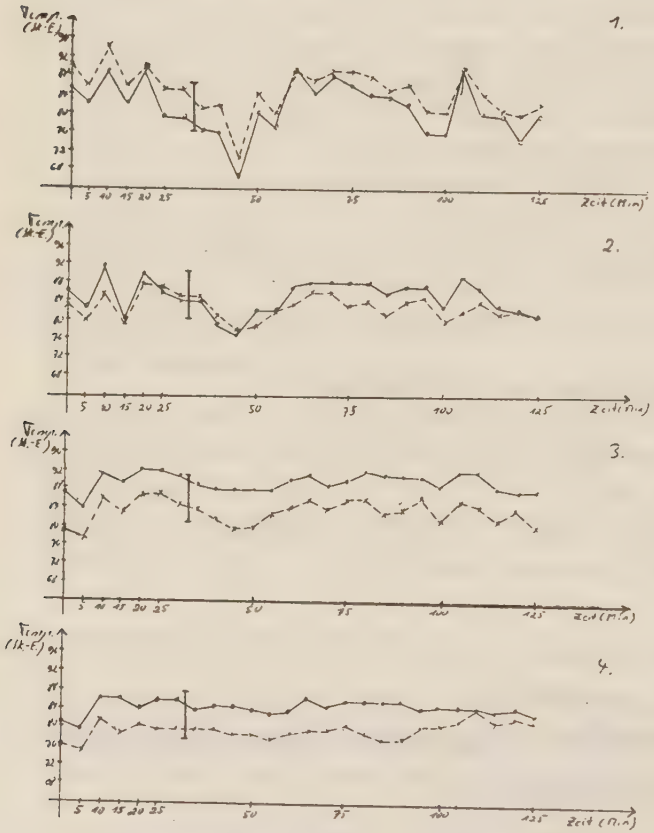


Abb. 4 : Spontane Temperaturschwankungen (Versuch 1)
R.T.:23°C r.F.:35%

Zeichenerklärung:

	durchgezogene Kurve	gestrichelte Kurve
1.Diagramm:	Kuppe 3.Finger	Kuppe 2.Finger
2.Diagramm:	Beugeseite Mittelfinger	Streckseite Mittelfinge.
3.Diagramm:	Handinnenfläche	Handrücken
4.Diagramm:	Beugeseite Unterarm	Streckseite Unterarm

Der doppelte T-Balken in jedem Diagramm entspricht 10 Skalenteilen = 1°C.

Abb. 4

Abb. 5 und 6 siehe S. 18

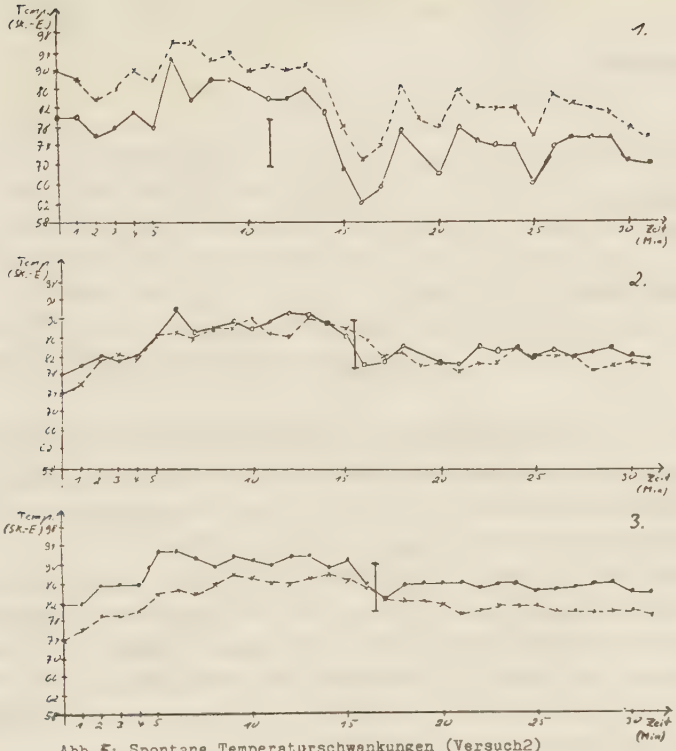


Abb. 5

Abb.5: Spontane Temperaturschwankungen (Versuch2)
R.T.: 22°C r.F.: 33% Zeichenerklärung wie bei Abb. 2

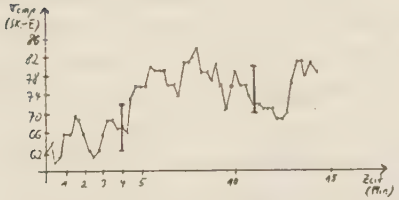


Abb. 6

Abb.6:Spontane Temperaturschwankungen der Fingerkuppe,in 15-sek.-Abständen gemessen(Versuch 3).R.T.:22°C r.F.:32%

Ergebnisse:

1. Die Temperatur an den beschriebenen Hautstellen schwankt unter den vorgegebenen Raumtemperaturen spontan. Die stärksten Temperaturschwankungen zeigen die Fingerkuppen, die schwächsten im Rahmen der geprüften Regionen der Unterarm. Die Stärke der Schwankungen nimmt demnach von distal nach proximal ab.

	Kuppe d. 2. Fingers	Beugeseite d. Mittelf.	Hand-rücken	Unter-arm
max. Schwankungen pro Minute	x) 14	6	4	2
durchschnittl. Schwankung pro Min.	0-8	0-3	0-2	0
höchste Temperatur	96	92	88	85
niedrigste "	62	77	76	78
max. Schwankungs-breite	34	15	12	7

x) Angaben in Skaleneinheiten (Sk. E.)

2. Die Temperaturkurven verlaufen in grober Annäherung konkordant, d. h. wenn an der Fingerkuppe die Temperatur wesentlich ansteigt, so steigt sie auch an den Fingern und an der Hand an und vice versa.
3. Die Kuppe des 2. Fingers ist immer um 2 Sk. E. höher temperiert als die Kuppe des 3. Fingers, die Innenseite des Mittelfingers und die Handinnenfläche sind höher temperiert als die Streckseite des Mittelfingers bzw. der Handrücken.
   Die gleichen Ergebnisse ergaben sich bei den entsprechenden Messungen bei 2 weiteren Probanden.
4. Gemäß Versuch 3 ist die Frequenz der Temperaturschwankungen an der Fingerbeere noch größer als der Versuch 2 vermuten läßt: selbst innerhalb einer Minute kann die Temperatur (maximal etwa 10 Sk. E.) fallen und steigen.

›) Mosaikartiges Temperaturmuster der Haut

Versuch 4:
Auf dem Unterarm wurde geprüft, ob zwischen zwei direkt aneinandergrenzenden Hautfeldern Temperaturdifferenzen mit dem I. M. G. nachgewiesen werden können.
Beispiele: In Kreuzform wurden aneinandergrenzende Hautfelder gemessen. Die Hautfelder haben Kreisform (∼Durchmesser der Meßfläche der Sonde bei 5 mm Abstand = 10 mm).

56	54	72
62 58 59	61 64 67	70 71 74
58	72	74

Ergebnisse:

Die I. M. G.-Temperatur zweier aneinandergrenzender Hautfelder (Ø ~ 1 cm) können um etwa 0,3° C bis 0,5° C, maximal bis 1° C differieren. Naturgemäß ist das Gerät insofern für die Bearbeitung der Fragestellung nicht besonders geeignet, da es die I. R.-Abstrahlung einer relativ großen Hautfläche integrierend erfaßt. Ein etwaiges Punktmosaik der I. R.-Abstrahlung kann mit seiner Hilfe nicht erfaßt werden (s. o.).

c. Konsensuelle Temperatur-Reaktion an den Armen

Versuch 5:

In einer Armbadewanne wurde der linke Arm bis zur Ellenbeuge in warmes Wasser gelegt. Registrierung der Hauttemperatur am rechten Arm.

Messung in 1-min.-Abständen

a) ab 10 Minuten vor dem Wasserbad

b) während des 15-min. Wasserbades.

Das Wasser kühlte sich wie folgt ab:

Anfangstemperatur:	41° C	5. Min.:	39,5° C
9. Min.:	39° C	15. Min.:	38,5° C

Versuch 6:

Hierbei wurde der linke Arm in kaltes, langsam aufgewärmtes Wasser gelegt. Messung während des 165-min.-Wasserbades in 5-min.-Abständen. (Vor dem Wasserbad nur eine Messung).

Das Wasser wurde wie folgt aufgewärmt:

Anfangstemperatur:	16° C	60. Min.:	20° C
10. Min.:	17,5° C	115. Min.:	21,5° C
20. Min.:	18,5° C	165. Min.:	21,8° C

Dieser Temperaturbereich wurde gewählt, da sich die Temperatur des Wassers in diesem Bereich ohne weitere Wärmequelle durch Körper- und Raumwärme erhöht.

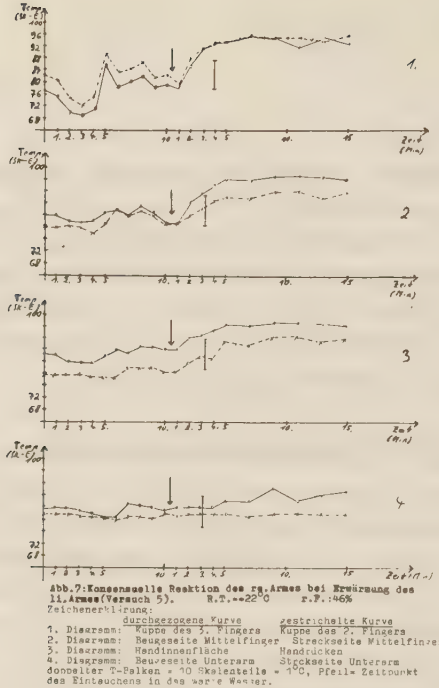


Abb. 7

Abb.7:Konsensuelle Reaktion des re.Armes bei Erwärmung des li.Armes(Versuch 5). R.T.=22°C r.F.:46%

Zeichenerklärung:

	durchgezogene Kurve	gestrichelte Kurve
1. Diagramm:	Kuppe des 3. Fingers	Kuppe des 2. Fingers
2. Diagramm:	Beugeseite Mittelfinger	Streckseite Mittelfinger
3. Diagramm:	Handinnenfläche	Handrücken
4. Diagramm:	Beugeseite Unterarm	Streckseite Unterarm

doppelter C-Balken = 10 Skalenteile = 1°C, Pfeil= Zeitpunkt des Eintauchens in das warme Wasser.

Abb. 8

Abb.8:Konsensuelle Reaktion des re. Armes bei Abkühlung des li.Armes(Versuch 6).R.T.:24°C r.F.:31%
Zeichenerklärung:1.Diagramm:durchgezogene Kurve=Kuppe des 3. Fingers,gestrichelte Kurve = Streckseite des Mittelfingers, Kurve aus kleinen Kreuzen = Beugeseite des Mittelfingers; 2.Diagramm:durchgezogene Kurve = Handinnenfläche,gestrichelte Kurve = Handrücken;im übrigen gilt das gleiche wie in Abb.7. Die Werte der Hauttemperatur vor dem Bad sind auf der Ordinate eingetragen.

Ergebnisse:

Versuch 5, (Abb. 7): Bei der Erwärmung des linken Armes reagiert der kontralaterale rechte Arm gleichsinnig und deutlich mit Temperaturerhöhung. Dabei ist wiederum die Reaktion an der Fingerkuppe am stärksten, am Unterarm selber am schwächsten bzw. kaum meßbar.

Bei Versuch 6 (Abb. 8):(Abkühlung) kommt es zunächst wie erwartet zu einem starken Temperaturabfall an dem nicht exponierten kontralateralen Arm. (Die Ausgangstemperatur der Hand und der Finger war nicht so hoch wie sonst, da der Proband vorher noch mit derselben Hand in kaltem Wasser hantiert hatte). Nach 5 Minuten setzt plötzlich als Folge einer Gefäßdilatation ein starker Temperaturanstieg ein: an der Fingerbeere zum Beispiel ein Temperatursprung von 4,2° innerhalb von 5 Min.. Dann beginnt wieder ein Temperaturabfall, dem nach weiteren 15 Min. wieder ein Temperaturanstieg folgt usf.. Offenbar liegt diesem Verhalten die von Lewis beschriebene Gefäßdilatation in der Kälte zugrunde. Auch hier sind wieder die Temperaturschwankungen an der Fingerbeere am stärksten, am Unterarm kaum noch registrierbar. Auffällig ist, in welch hohem Maße die Temperatur an den ganz verschiedenen Punkten der Hand konkordant verläuft, d. h. steigt die Temperatur an der Fingerbeere, so steigt sie auch am Fingermittelglied und in der Hand, ebenso verhält sie sich vice versa.

2. HAUTTEMPERATUR UND HAUTFARBE

a) Hauttemperatur bei arterieller Blutsperre

Versuch 7:

Mit einer Blutdruckmanschette am Oberarm wurde die arterielle Blutzufuhr für Unterarm und Hand 15 Min. lang durch einen Manschettendruck von 150 mm Hg gesperrt. An den bereits im Versuch 1 angegebenen Hautstellen (siehe auch Kurve) wurden die durch die Blutsperre bedingten Temperaturveränderungen der Hand in zeitlichen Abständen von 1 bzw. 2 Minuten gemessen.

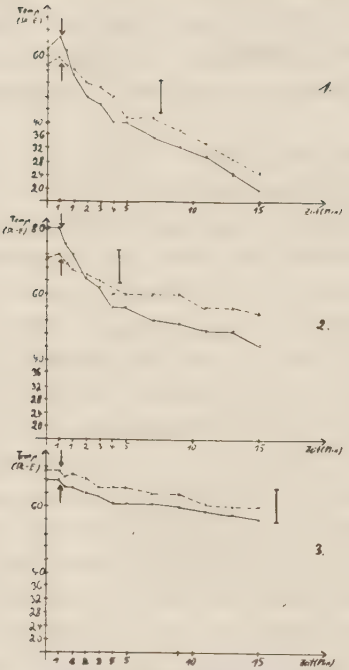


Abb.9: Arterielle Blutsperre über 15 Min(Versuch 7)
R.T.:22°C r.F.:32%
Zeichenerklärung:1.,2.und 3.Diagramm wie 2.,3.bzw.4. Diagramm in Abb. 7. Die Pfeile markieren den Beginn der arteriellen Blutsperre. Der doppelte T-Balken entspricht 10 Skalenteilen(=1°C).

Abb. 9

Ergebnisse (Abb. 9):
Über allen angegebenen Hautstellen ist ein anhaltender Temperaturabfall festzustellen. Wie bisher durchgehend beobachtet, sind die Temperaturveränderungen je weiter distal um so stärker: Gesamttemperaturabfall über der Innenseite des Mittelfingers 47 Sk. E. (= 4,7° C), der Streckseite desselben 35 Sk. E., über der Handinnenfläche 36 Sk. E., dem Handrücken 18 Sk. E. und über der Streckseite des Unterarmes 12 Sk. E. (= 1,2° C). Der Temperaturabfall ist über allen Hautstellen in der 1. - 5. Minute steiler als in der 5. - 15. Minute.

b) Reaktive Hyperaemie und Hauttemperatur nach Aufhebung arterieller Drosselung

Versuch 8:

Mit einer Blutdruckmanschette am Oberarm wurde die Blutzufuhr für Unterarm und Hand (Druck in der Manschette um 20 mm Hg höher als der systolische Blutdruck) für 4 Min. gesperrt. Nach den 4 Min. wurde die Sperre plötzlich gelöst. Die Hauttemperatur wurde an den angegebenen Stellen gemessen:

a) 5 Min. lang in 1-min.-Abstand vor dem Abbinden
b) in 1-min.-Abstand während des Abbindens
c) in 1/2 bzw. 1-min.-Abstand nach dem Lösen der Sperre.

Temperaturverlauf siehe Abb. 10

(Subjektive) Einteilung der Rötungsintensität:

Grad	1	-	blaß rot
"	2	-	schwach rot
"	3	-	rot
"	4	-	stark rot
"	5	-	feuerrot

Beobachtungen während des Versuchs:

2 Min. nach dem Abbinden beginnt ein Kribbeln in den Fingern, nach 3 Min. wird die Hand anaemisch weiß. Sofort, bis höchstens 3 Sek., nach dem Lösen der Sperre wird die ganze Hand feuerrot. Nach 1 Min. ist die Rötung schon wieder im Abklingen, nach 2 Min. ist die Hand wieder normalfarben.

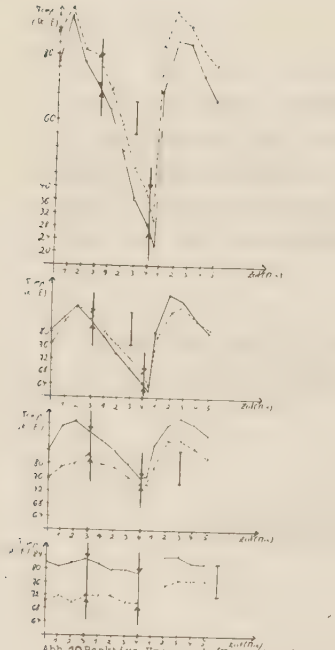


Abb.10 Reaktive Hyperaemie(Versuch 8) R.T.:22°C r.F.:30%
Zeichenerklärung:Der erste Doppelpfeil in jedem Diagramm zeigt den Beginn der art.Blutsperre an,der zweite das Ende derselben.Im übrigen gilt das gleiche wie in Abb. 5.

Abb. 10

Ergebnisse (Abb. 10):

Nach Anlegen der arteriellen Sperre fällt die Temperatur über allen Hautstellen gleichmäßig ab, wiederum an den Fingerkuppen am stärksten und am Arm am schwächsten. Spätestens 3 Sek. nach Lösen der Sperre ist die ganze Hand feuerrot (reaktive Hyperaemie (r. H.)), gleichzeitig fällt die Hauttemperatur jedoch noch weiter: die Temperaturen liegen selbst noch 1/4 bis 1/2 Min. nach Lösen der Sperre tiefer als unmittelbar vor dem Lösen der arteriellen Sperre. Nach 1/2 Min. beginnt plötzlich ein sehr steiler Wiederanstieg der Temperatur. Währenddessen ist die Rötung der r. H. schon wieder im Abklingen. Nach der 2. Min. ist die Hand wieder normalfarben; der Anstieg der Temperatur hat zu diesem Zeitpunkt sein Maximum erreicht. Die Hauttemperatur

geht hierbei kaum über den Wert vor dem Abbinden hinaus, sie übertrifft den Ausgangswert lediglich für kurze Zeit um 4 - 12 Sk. E..

Zusammenfassend:
Spätestens 3 Sek. nach Lösen der Sperre tiefe Rötung der ganzen Hand (reaktive Hyperaemie), Abfallen der Hauttemperatur weiterhin bis zur 30. Sek., danach bis zur 120. Sek. steiler Anstieg der Temperatur; nach der 45. Sek. starker Abfall der Hautrötung, in der 2. Min. wieder normale Hautfarbe.

c) Applikation eines Rubefaciens

(Nicotinsäurebenzylester = Rubriment^{R})

Versuch 9 - 12:
Es wurde eine Hautstelle am Unterarm gewählt, da hier die spontanen Temperaturschwankungen relativ gering sind (siehe z. B. Abb. 4 und 7). Auch benachbarte, nicht behandelte Hautbezirke wurden in die Messungen einbezogen, um Ester-bedingte Temperaturänderungen eindeutig von spontanen Temperaturschwankungen abgrenzen zu können. (siehe Abb. 11)

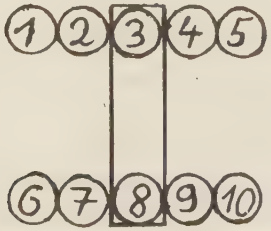


Abb. 11: Anordnung des Rechtecks, in dessen Grenzen Rubriment appliziert wurde, und der Hautfelder, deren Temperatur registriert wurde. Durchmesser der Kreise ~ 1 cm.

Vor Rubriment-Applikation wurde 10 Min. lang die Temperatur über diesen zehn Hautstellen gemessen. Mit einem sehr feinen Pinsel wurde möglichst dünn innerhalb des Rechtecks die Haut mit Rubriment^{R} bestrichen. Dann wurden die Temperaturänderungen gemessen und die Farbveränderungen protokolliert. Die Versuche wurden bei 3 Probanden durchgeführt, ohne wesentliche Abweichungen untereinander zu zeigen.

Ergebnisse:

1. (Bei allen Versuchen) beobachtete, zeitliche Folge der Farbveränderungen (entsprechend der Einteilung S. 24)

Rötung:

3 1/2. Min.-4. Min.: eben angedeutet, fleckig (Grad 1) im Rechteck

4 1/2. Min.: Grad 1-2, aber noch nicht gleichmäßig über das ganze Rechteck

6. Min.: homogen über das ganze Rechteck (Grad 2)

9. Min.: im Rechteck Grad 3, Ausbreitung allseitig ca. 1/2 cm über die Ränder hinaus

12. Min.: im Rechteck Grad 4, außerhalb des Rechtecks jetzt allseitig 1 cm, Grad 3

15. Min.: im Rechteck Grad 5

20. Min.: nahm nicht mehr an Intensität und Ausbreitung zu.

2. Diagramme der Temperaturverläufe im Rechteck und seiner Umgebung s. Abb. 12: dabei wurde als Temperatur im Rechteck der Meßwert der Felder "3" und "8" eingesetzt, als Temperatur der Umgebung das Mittel der Meßwerte "1", "2", "4", "5" bzw. "6", "7", "9", "10". Zu dem Zeitpunkt, da der Abstand zwischen den beiden Kurven deutlich größer wird als er maximal vor der Ester-Applikation war, liegt etwa der erste Rubriment^{R}-bedingte Temperaturanstieg.

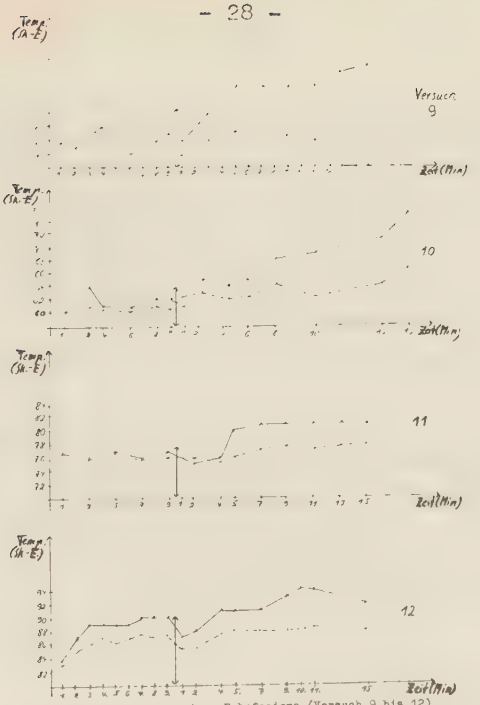


Abb.12 Applikation eines Rubefaciens (Versuch 9 bis 12)
Versuch 9:R.T.:21°C r.F.:32% Versuch 10: R.T.:22°C r.F.:30%
Versuch 11:R.T.21°C r.F.:33% Versuch 12: R.T.:25°C r.F.:35%
Zeichenerklärung:durchezogenes Kurve = Temperaturverlauf im Rechteck,gestrichelte Kurve = Temperaturverlauf in der Umgebung,Doppelpfeil = Zeitpunkt der Ester-Applikation

Abb. 12

Aus Versuch 9:

Abb. 13 a) b) c)

Abb. 13

Abb.13a): 120.Min.nach der Ester-Applikation Rechteck noch stark rot,Umgebung wieder ganz hautfarben,außer einigen roten Sprenkeln etwa bis 3 mm jenseits der Feldbegrenzung

b): vor der Ester-Applikation

c): 180.Min.nach der Ester-Applikation Rechteck ganz scharf innerhalb seiner Grenzen noch stark gerötet,selbst die nächste Umgebung ist wieder hautfarben

Aus Versuch 10:

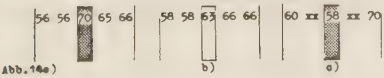


Abb.14a) b) c)

Abb.14a):24.Min.Rechteck intensiv rot,ein Saum von 3mm im Anschluß an die Rechteckbegrenzung rot,Umgebung hautfarben

b) vor der Ester-Applikation

c) 100.Min. Farbverhalten ebenso wie in der 24.Min.
xx=nicht gemessen

Abb. 14

Ergebnisse:

1.) Erste eben angedeutete fleckige Rötung (Grad 1): 3 1/2. Min. bzw. 4. Min..
Erste leichte gleichmäßige Rötung (Grad 2): 6. Min..

2.) Der Zeitpunkt des ersten Ester-bedingten Temperaturanstiegs lag (s. Diagramme) in Versuch 9 und 10 zwischen der 3. und 4. Min., in Versuch 11 und 12 zwischen der 4. und 5. Min..

3.) Nach der Ester-Applikation fiel eine Minute lang die Temperatur in dem Gebiet des Rechtecks. Offenbar fand über eine unbestimmbare, aber doch wohl relativ kurze Zeit eine Verdunstung von Ester-Lösung statt.

4.) Versuch 9 (120. und 180. Minute) und Versuch 10 (100. Minute): das Rechteck war noch stark gerötet, trotzdem war die Temperatur nicht mehr erhöht. Die Temperaturerhöhung schwand viel früher als die Rötung.

d) Intracutane Injektionen von

α) physiologischer NaCl-Lösung (Versuch 13)
β) Pilocarpin (Versuch 14)
γ) Atropin (Versuch 15)
δ) Adrenalin (Versuch 16)

Methodik:

Auf dem Unterarm wurde die Temperatur in einem aufgezeichneten Kreis von 2 cm Ø und den in Kreuzform liegenden benachbarten Hautfeldern (siehe Abb. 15) gemessen:

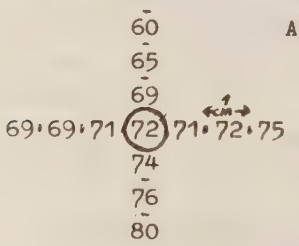


Abb.15

Danach wurde in die Mitte des Kreises die jeweilige Substanz injiziert und dann fortlaufend bis zum Verschwinden der Reaktion an denselben Hautstellen wie vor der Injektion die Temperatur gemessen. Die Farbveränderungen wurden protokolliert (entsprechend der Einteilung S. 24). Angabe der Flächenausdehnung des roten Hofes in cm^2; die annähernd kreisrunden bzw. ellipsoiden Flächen wurden berechnet als πr^2 bzw. als $\pi \frac{d}{2} \times \frac{D}{2}$. Es wurden am Unterarm intracutan injiziert:

α) 0,1 cm^3 einer 0,9 % NaCl-Lösung,
β) 0,1 cm^3 eines Gemisches aus Sol. Pilocarpini (10 %) und NaCl-Lösung (0,9 %) im Verhältnis 1:40,
γ) 0,1 cm^3 eines Gemisches aus Sol. Atropini sulfurici (1 %) und NaCl-Lösung (1,8 %) im Verhältnis 1:1,
δ) 0,1 cm^3 eines Gemisches aus Suprarenin (1:1000) und NaCl-Lösung (1,8 %) im Verhältnis 1:1.

Ergebnisse und Auswertung:

In den ersten 2 Min. war die Temperatur im Gebiet der Injektionsquaddel ca. um 6 Sk. E. niedriger als vor der Injektion, wohl infolge der raumtemperierten, d. h. relativ kühlen Injektionsflüssigkeit.

α) physiologische NaCl-Lösung:(Versuch 13)
(Einteilung der Rötungsintensität S. 24)

1. Nach der Injektion sofort weiße Quaddel und roter Hof, später noch zusätzlich leicht roter Saum.
2. Die Quaddel wurde kaum größer, färbte sich so rot wie der Hof.
3. Der Hof wurde kaum größer, erreichte maximal nur eine Ausdehnung von 3 cm^2, die Färbung steigerte sich nur auf die Intensität 2, die Temperatur stieg um nur 6 Sk. E. im Feld maximal an.
4. Bis 30 Min. p. i. waren sichtbare Veränderungen verschwunden, die Temperatur normalisiert.

β) Pilocarpin (Abb. 17 a, b), γ) Atropin (Versuch 14 und 15) (Abb. 16 a, b)
Injektionen dieser 2 Substanzen induzierten fast gleiche Reaktion:

1. Nach der Injektion sofort weiße Quaddel und roter Hof, nach etwa 10 Min. noch zusätzlich leicht roter Saum. (Abb. 16 b und 17 b)
2. In der 3. Min. bei leichter Rötung (Stärke 1) Temperaturanstieg von 5 bzw. 9 Sk. E.
3. Der rote Hof dehnte sich stetig aus (max. etwa 15 bis 28 cm^2), Farbintensität und Temperatur stiegen gleichsinnig an (max. Grad 5 bzw. max. 15 bis 25 Sk. E.)
4. Die Quaddel nahm weiter an Ausdehnung (max. etwa 2 cm^2) und Rötung zu, die etwa nach 35 Min. der des Hofes glich. Zugleich stieg die Temperatur.
5. Ab der 30. Min. nahmen Ausdehnung, Rötung und Temperatur wieder ab.
6. Auch in den sich nicht rötenden angrenzenden Hautbereichen fand sich ein deutlicher Temperaturanstieg, der nur wenig unter dem in roten Hautbezirken lag (4-6 Sk. E.). (Abb. 16 und 17).

Beispiele:

Atropin-Injektion

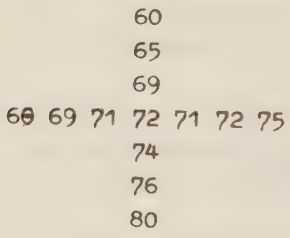


Abb.16a:vor der Inj.

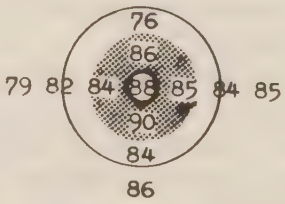


Abb.16b:15.Min.p.i.:Inj.-Quaddel schwach rot(Grad2), d=1cm;Hof stark rot(Grad 4), d=4cm;1/2cm breiter schwach roter Saum

Pilocarpin-Injektion

54
54
56
65 64 61 58 58 55 52
59
60
71

Abb.17a:vor der Inj.

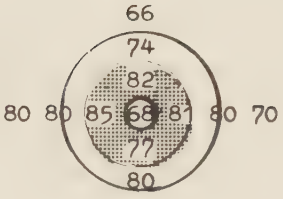


Abb.17b:15.min.p.i.:Inj.-Quaddel schwach rot(Grad2), d=1cm;Hof stark rot(Grad4), d=4cm;1/2cm breiter leicht roter Saum

ß) Adrenalin (Versuch 16)

1. Nach der Injektion bildeten sich sofort eine Quaddel, ein anaemisch weißer Hof und ein leicht rötlicher Saum.
2. Der anaemische Hof wurde kaum größer (max. 4,5 cm^2) und zeigte in der 5. Min. das Phaenomen der "Gänsehaut".
3. Bis zur 15. Min. fiel über dem anaemisch weißen Hof und auch über der nicht veränderten Umgebung die Temperatur um 6-9 Sk. E. ab.
4. Nach 15 Min. stieg die Temperatur wieder an. Ab 30. Min. ging die Anaemie zurück.

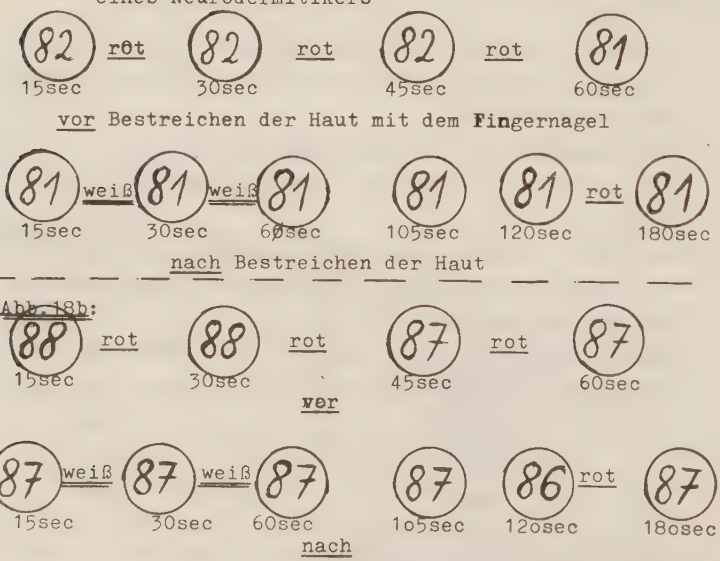
Anhang

e) Hauttemperatur beim weißen Dermographismus eines Neurodermitikers

Dieser Absatz ist scheinbar eindeutig in das Kapitel C III Dermatosen einzuordnen. Er wird aber noch hier gebracht, da die Frage der Beziehung Hautfarbe-Hauttemperatur im Vordergrund steht, zum anderen der Dermographismus beim Neurodermitis-Pat. in der Regel auch auf klinisch nicht befallenen Hautregionen ausgelöst werden kann.

Versuch 17 und 18:
Bei einem Patienten mit einer Neurodermitis atopica (M. K.) wurde - wie üblich - durch Bestreichen mit dem Fingernagel ein weißer Dermographismus erzeugt. Die Temperatur der Hautstelle (mindestens 1,5 cm breit) wurde 60 Sek. lang vor und 180 Sek. lang nach dem Bestreichen gemessen (siehe Abb. 18 a und b).

Abb. 18a: Temperaturverhalten beim weißen Dermographismus eines Neurodermitikers



Zeitliche Folge der Farveränderungen (nach Bestreichen der Haut):

(vorher:	rot)
15. Sek.:	beginnende Blässe
30. Sek.:	weiß
70. Sek.:	wiedereinsetzende Rottönung
180. Sek.:	ebenso rot wie die Umgebung

Auswertung:

Über dem mechanisch erzeugten weißen Dermographismus eines Neurodermitikers wurde keine Änderung der Hauttemperatur beobachtet, (auch nicht nach einer Latenzzeit von ca. 30-60 Sek. wie bei der reaktiven Hyperaemie, siehe C II 2. b)

IV. HAUTTEMPERATURMESSUNGEN BEI HAUTTESTS UND DERMATOSEN

1. POSITIVE EKZEM-LÄPPCHENTESTS UND HEFTPFLASTERREAKTIONEN

Im Allergie-Testlabor wurden den mit Hilfe der epicutanen Läppchentests auf Kontaktekzemallergie zu prüfenden Patienten Testsubstanzen auf die Rückenhaut appliziert. Nach 24 Stunden wurde das mit dem zu testenden Ekzematogen getränkte Läppchen mitsamt abdeckendem Heftpflaster entfernt. Hautstellen, die mit einer Testsubstanz in Kontakt standen, gegen die der Patient kontaktallergisch war, waren mehr oder weniger gerötet. Diese positiven Reaktionen in Form von Rötungen ggf. auch erythro-

(Abb. 19 a)

vesiculösen, d. h. schon makroskopisch ekzematösen Reaktionen waren annähernd kreisförmig mit einem Durchmesser von 15-20 mm. Die Hautfelder wurden auch nach 48 Stunden, evtl. auch nach 72 Stunden noch auf neu auftretende kontaktallergische Spätreaktionen bzw. auf Persistenz hin kontrolliert.

Fragestellung:

Zu prüfen war die Korrelation zwischen Temperatur und Rötung im Bereich kontaktallergischer Hautreaktionen sowie im Bereich von Heftpflasterreaktionen, deren unterschiedliche Ätiopathogenese hier nicht zur Diskussion steht. Von letzteren wurden solche, die auf allergische Genese verdächtig waren, nicht einbezogen.

Methodik:

Die Temperatur der Reaktionsfelder und der benachbarten, nicht geröteten Hautbezirke wurde in der schon beschriebenen Kreuzform bestimmt und zwar frühestens 20 Min. nach Entfernung des Läppchens; ferner nach 48 und evtl. nach 72 Stunden jeweils frühestens 20 Min. nach dem Auskleiden.

Ekzemläppchentests:

Als Beispiel werden hier die Ergebnisse bei einem Pat. mit Kontaktallergie gegen Terpentin und Ozothin (siehe Reaktionsfelder mit Rötung Grad 4) aufgezeigt, gegen andere aufgetragene Testsubstanzen bestand keine oder nur eine schwache Kontaktallergie.

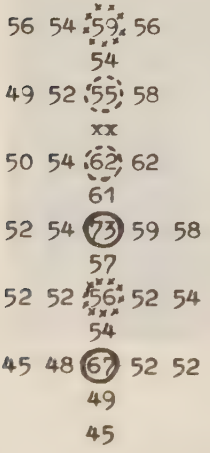


Abb.19b:Temperaturen über Ekzemläppchentest-Reaktionen verschiedener Stärkegrade

◌ = Reaktionsfeld mit Rötung Grad 2

⁘ = " mit Rötung Grad 3

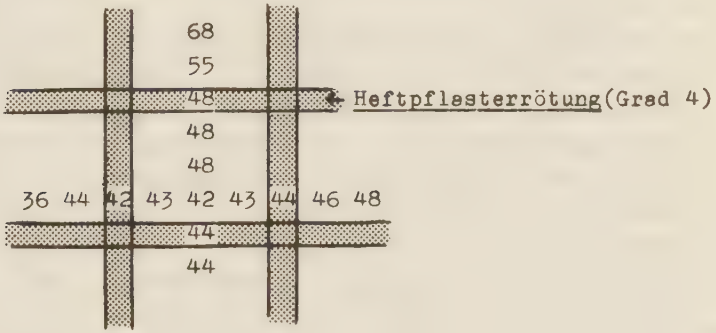
○ = " mit Rötung Grad 4

Rötung s.Einteilung S.24

xx = nicht gemessen

Heftpflasterreaktionen:

48 Stunden war Heftpflaster auf die Haut appliziert. Nach Entfernung zeigten sich bei heftpflaster-empfindlichen, aber nicht -allergischen Patienten stark rote Streifen. Messung 15 Minuten nach Entfernung des Pflasters. (siehe Abb. 19 c)



Ergebnisse:

1. Ekzemläppchentest (insgesamt 20 Patienten)
   a) Über Gebieten schwach positiver Läppchentestreaktionen, d. h. im Gebiet von Rötungen des Grades 1 fanden sich keine Temperaturerhöhungen.
   b) Bei stärkeren kontaktallergischen Reaktionen verhielt sich die Hauttemperatur etwa gleichsinnig wie der Rötungsgrad.

Farbe:	Temperaturerhöhung:
(s. Einteilung S. 24)	
Rötung Grad 2	ca. 0-4 Sk. E.
Rötung Grad 3	ca. 4-8 Sk. E.
Rötung Grad 4	ca. 8-18 Sk. E.

2. Heftpflasterreaktion (insgesamt 3 Patienten)
   Im Gegensatz zu den Befunden bei den allergischen Testreaktionen wurden selbst bei mittelstarken bis starken

Heftpflasterrötungen keine Temperaturabweichungen gefunden.

2. DERMATOSEN

Methodik:

Die Temperatur einer Hautveränderung wurde mit der der ihr angrenzenden gesunden Haut verglichen (Kreuzmethode s. S. 29).

Es wurden nur genügend scharf begrenzte und zugleich voneinander genügend weit entfernte ($\sim$ 1 cm) Effloreszenzen u. s. w. herangezogen. Hautfelder kleiner als die von der Sonde erfaßte Meßfläche (d=10 mm bei 5 mm Abstand der Sonde) wurden als solche gekennzeichnet. Das Temperaturmosaik der Haut erschwerte oft die Entscheidung über die Signifikanz der gefundenen Temperaturabweichung ($\Delta\, {}^{t}k$) eines kranken Hautfeldes (^{t}k). Deshalb wurden je nach Region 2 verschiedene Kriterien angelegt: $\Delta\, {}^{t}k$ galt als sicher, wenn die Feldtemperatur a) am Rumpf (kein I. R.-Abstrahlungsmosaik) um mindestens 4 Sk. E. von der Umgebungstemperatur, b) an den Extremitäten (mit mehr oder weniger deutlichem I. R.-Abstrahlungsmosaik) um mindestens 6 Sk. E. abwich. Temperaturerhöhung bzw. -senkung wurde mit T + bzw. T - bezeichnet.
Ist ^{t}k gleich der Umgebungstemperatur bzw. ordnet sie sich in das I. R.-Abstrahlungsmosaik ein, so liegt keine Temperaturabweichung vor (T 0).
Grenzfälle (fragliche Temperaturerhöhung bzw. -senkung): T +? bzw. T -?.

Vor Durchführung dieser Meßreihe wurde an einigen Fällen der Einfluß der Zeit zwischen Entkleidung der Hautstelle und Beginn der Messung nachgeprüft.

als Beispiel:
Verruca seborrhoica, Rücken, 15x13mm, ca. 3mm erhaben, dunkelbraun
Abb. 20:

82 82 81	79 78 79	75 77 76
83 81 82	79 77 79	76 76 76
85 84 (78) 84 84	82 80 (74) 81 78	79 78 (72) 78 76
84 85 83	81 81 80	78 79 78
84 83 84	81 81 80	78 79 79
7. Min. nach x)	20. Min nach	40. Min. nach

x) "nach" = nach Entkleiden der Hautstelle

Diese und 10 weitere Kontrollen in gleicher Weise an anderen Versuchspersonen durchgeführt ergaben: die Größe von T + bzw. von T - ist offenbar in der Regel unabhängig von der Zeit zwischen Entkleiden der Hautstelle und Beginn der Messung.

Ergebnisse

a) nicht entzündliche Dermatosen

α) Naevi

Naevus naevocelluleris pendulans (d < 10mm) (3 Pat.)

als Beispiel: 9x5mm, Rücken

71 71 74	
70 72 75	
68 69 (65) 74 73	Abb. 21
70 69 75	
69 71 76 Auswertung: T -	

Auswertung insgesamt: alle 3 Pat. T -

Dermaler Maulbeer-Naevus (1 Pat.)

Unterschenkel, d=10mm, tiefbraun

49	
49	
45 45 (38) 44 44	Abb. 22
46	
46	

Auswertung: T -

Naevus Pigmentosus (1 Pat.)
(wahrscheinlich vom Junction-Typ)

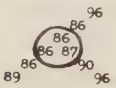
Rücken, d=14mm, dunkelbraun, mittelstark erhaben

100 99 98 93 90
99 98 98 94 90
Abb.23 100 99 94 96 89 Abb. 23
98 98 98 96 90
98 96 96

Auswertung: T -

Naevus flammeus (1 Pat.)

Hals, 6x4cm, stark rot, Hautniveau

Abb.24  Abb. 24

Auswertung: T 0

Benigner, wohl dermaler Naevus-Zell-Naevus (1 Pat.)

Rücken, 12x8mm, hellbraun, mittelstark ca.3mm erhaben

81
81
Abb.25 82 82 78 80 79 Abb. 25
81
81

Auswertung: T -

Striärer Naevus (1 Pat.)

Rücken, Breite 2-3 cm, bräunlich, herschig, nicht erhaben

90 92 94
90 92 94
Abb.26 90 91 94 Abb. 26
91 89 91
89 87 91

Auswertung: T 0

β) nicht maligne epitheliale Wucherungen

Verrucae seborrhoicae (8 Pat.)

als Beispiele:
mamma,d=12mm,hellbraun, mittelstark erhaben(3mm) nicht zerklüftet

84
84 84 84 83 83
84 84 (76) 79 81
84
96 Auswertung:T -

Rücken,d=8mm,braun, mittelstark erhaben nicht zerklüftet

85
88 88 84 84 82
89 85 (80) 80 80
80 Auswer-
81 tung: T -?

Gesamtergebnis:
von 4 Pat.(d>10mm,mittelstark erhaben) 2x T -,2x T0
von 2 Pat.(d<10mm,mittelstark erhaben) 1x T -,1x T-?
1Pat. (d>10mm,schwach erhaben(1mm)) T-?
1 Pat.(d<10mm,schwach erhaben(1mm)) T 0

Abb. 27 a und b

Keratoakanthom (1 Pat.)

Handrücken 7x7mm

83
83
83 82 (80) 78 77
83
83

die gleichen Hautstellen auf der kontralateralen Hand

87
85
83 84 (86) 79 77
84
84

Auswertung:T -

Abb. 28 a und b

γ) Basaliom,Spinaliom

Basaliom(5 Pat.)

als Beispiele:Nasenwand,d=8mm

92
90
101 (98) 100 92
99
94 Auswertung: T 0

Abb. 29

unteres Augenlid,6x8mm, cs.2mm erhaben

81 (80) 76
67 Auswertung:
T 0

die gleichen Hautstellen auf dem Kontralateralen Lid

82 (80) 76
67

Gesamtergebnis: Von 4 Pat.(d<10mm) 1x T-?,3xT0
1Pat. (d>10mm) 1x T0

Abb. 30 a und b

Plattenepithelcarcinom (1 Pat.)

Ohrmuschel,10x8mm, zentral ulceriert

104
(91)
101

Auswertung: T -

die gleichen Hautstellen der kontralateralen Ohrmuschel

99
(101)
101

Abb. 31 a und b

δ) Melanomalignom (2 Pat.)

als Beispiel:Unterschenkel,d=10mm,1mm erhaben

44 49 61
54 60 68
60 60 (62) 69 65
64 70 71
66 71 71

Auswertung: T -?

Abb. 32

Gesamtergebnis:beide Pat.(1xd=10mm,1xd>10mm) T -?

ε) Ulcus cruris (6 Pat.)

als Beispiele:
25x20mm,zum größten Teil granulisrend,wenig Fibrinbelag,ca.3mm unter Hautniveau,kein callöser Wall

78
84
68 76 (62) 76 73
67 74 86 80 75
86

Auswertung:T -

3x3cm,teils granulisrend,teils Fibrinbelag, ca.1mm unter Hautniveau

55
44 52 54 61 60
44 51 (25) 60 56
48 52 (28) 58 58
50 56 64 61 61
56

Auswertung:T -

Abb. 33 und

Ulcus-Narbe:braun pigmentiertes Narbengewebe in Hautniveau

62
60
68
70
71 74 (74 72 65) 55 45
71
60
55

Auswertung:T 0

Abb. 35

Gesamtauswertung:Über allen 6 Ulcera fand sich eine sehr starke Temperatursenkung - von 8 bis 25 Sk.E. -; über der Ulcus-Narbe zeigt sich keine Temperaturveränderung.

Röntgenoderm(1 Pat.)

Wange,30x35mm,nach Radiumbestrahlung eines Haemangioms,deutlich blasser als die umgebende Haut, mit Teleangiektasien und braunem Ringwall

der erkrankte Hautbezirk und seine Umgebung

98
96
92 92 (102) 92 90
96 94 (102) 96 92
98

die gleichen Hautstellen auf der kontralateralen Wange

96
94
96 94 (96) 98 96
92 94 (96) 98 95
96

Abb. 36 a u.

Auswertung: T +?

ζ) Sonstiges

Angioma Teleangiektaticum(1 Pat.)

behaarter Hinterkopf,Kugelform,d=15mm,stark gerötet, sitzt auf dem Boden eines Naevus flammeus(dieser zeigt keine Temperaturabweichung gegenüber normaler Haut Abb.39),die Haare sind nur im Umkreis von 15mm jenseits des Angioms entfernt.

111
110 (100) 110
114

Auswertung: T -

Abb. 37

b) Exsudative bzw. entzündliche Dermatosen

α) Urticaria (rote Quaddeln, Rötung Grad 3) (4 Pat.)

als Beispiel: Oberarm, 30x20mm

80
86
87 90 (97) 84 90
86
90 Auswertung: T +

Abb. 38

Auswertung insgesamt: alle 4 Pat. T +

β) Erythema exsudativum multiforme-artiges Arzneimittelexanthem (4 Pat.)

als Beispiel: Oberschenkel, 35x35mm, Rötung Grad 4

84 73 63
86 80 73
79 87 (94) 73 65
83 84 80
79 85 70 Auswertung: T +

Abb. 39

Auswertung insgesamt: alle 4 Pat. T +

γ) Ekzeme (13 Pat.)

Mikrobielles Ekzem (4 Pat.)

Unterschenkel, disseminierte rote Knötchen

52 58 (64) 56 50
52 56 (61) 54 49
54 57 (57) 50 46
Auswertung: T+

Unterschenkel, disseminierte rote Knötchen

86
86
83 83 (87) 85 79
Auswertung: T+

Abb. 40 und 41

Gesamtergebnis: 1 Pat. T + , 3 Pat. T +?

Chron. lichenifiziertes mikrobielles Ekzem (3 Pat.)

als Beispiel: Oberschenkel, 3x3, 5cm

72
70
66
82 72 (68 66 62) 60 59
65
65
65 Auswertung: T 0

Abb. 42

Auswertung insgesamt: alle 3 Pat. T 0

Dyshidrotisches, wahrscheinlich mikrobiell bedingtes Ekzem (3 Pat.)

Handinnenfläche, z.Zt. feine Schuppung, rötlich

94
88
76 75 (93) 86 77
86
88
Auswertung: T +

Handrücken, sagokorngroße Bläschen, stark rötlich

52 55 59
52 56 62
48 52 (64) 66 64
42 52 (65) 67 64
54 62
52 56
46 52
Auswertung: T +

Gesamtergebnis: alle 3 Pat. T +

Abb. 43 und 44

weitere Ekzem-Patienten

1 Pat. mit Kontaktekzem - Auswertung: T 0
1 Pat. mit seborrh. Ekzem - Auswertung: T 0
1 Pat. mit Konstitut. Ekzem- Auswertung: T +

δ) Psoriasis vulgaris (28 Pat.)

9 Pat. mit keiner sichtbaren Schuppenauflagerung, flammend rot (unter Salicyl-Behandlung)

als Beispiele:

Unterschenkel, 15x15mm

40
42
49 48 (43) 40 35
49
50

Auswertung: T O

Oberarm, 20x15mm

74
72
76 (73) 74
75
73

Auswertung: T O

Abb.45 u.46

Auswertung insgesamt: über allen Herden T O

Abb. 45 und 46

12 Pat. mit sehr schwacher Schuppenauflage, Rötung als Ausdruck cutaner entzündlicher Veränderungen scheint stark durch

als Beispiele:

Unterarm, 15x15mm

72
74
73 73 (74) 68 71
73
73

Auswertung: T O

Gesäß, 60x60mm

73
72
68 68 (70)
68 68 70 72
68
67 68
66 68

Auswertung: T O

Abb.47 u.48

Auswertung insgesamt: über allen Herden T O

Abb. 47 und 48

6 Pat. mit mittelstarker Schuppenauflagerung, Gesamteindruck weißlich durch Auflagerung (lufthaltiger Schuppen), Rot jeweils nur schwach durchscheinend

als Beispiele:

Unterarm, 12x12mm

67
65
83 77 (67) 60 59
72

Auswertung: T O

Oberschenkel, 20x15mm

96
94
98 (93) 91 91
91
91

Auswertung: T O

Abb.49 u.50

Auswertung insgesamt: über allen Herden T O

Abb. 49 und 50

1 Pat. mit sehr sterker Schuppenauflagerung (3mm erhaben)

Unterschenkel, 20x12mm

53 45 38
55 53 (48) 48 40
57
68

Auswertung: T O

Abb.51

Auswertung: trotz mächtiger Schuppenauflagerung kein Temperaturabfall

Abb. 51 und 52

ε) Sonstiges:

Dermatomyositis (1 Pat.)

Wange, flammend roter Herd, hier im Grenzgebiet zur gesunden Haut

90 (108)
92 (107)

Auswertung: T +

Abb.52

rechte Wange, Flammend rot 105

gleiche Hautstelle auf der Kontrolleterseiten Wange 85

Zusammenstellung der Ergebnisse bei Dermatosen

1. Sichere Temperaturerhöhung

Urticaria, Erythema exsudatium multiforme-artiges Arzneimittelexanthem, dyshidrotisches, wahrscheinlich mikrobiell bedingtes Ekzem und bei einem Einzelfall einer Dermatomyositis

2. Sichere Temperaturerniedrigung

Ulcus cruris (bei allen 6 Pat. zwischen 1° und $2{,}5^{\circ}$ C) sowie Einzelfälle von folgenden Hauttumoren: Naevus cellularis pendulans, Maulbeer-Naevus, Naevus pigmentosus, Naevus-Zell-Naevus, Plattenepithelcarcinom

3. Keine Temperaturabweichung

Naevus flammeus, striärer Naevus, chronisch lichenifiziertes mikrobielles Ekzem und alle Erscheinungsbilder der Psoriasis vulgaris (von flammend rot "ohne" Schuppen bis zu stark weißen Schuppenherden)

4. Fragliche Temperaturerhöhung

Mikrobielles Ekzem (akute Form)

5. Kein eindeutiger Befund

Verrucae seborrhoicae: teils fanden sich sichere Temperaturerniedrigungen, z. T. fragliche, in einem großen Teil aber auch überhaupt keine Temperaturabweichungen.

D. DISKUSSION

Zu A, B und C I und II

Die praktische Brauchbarkeit des I. M. G. zur Erfassung von Temperaturunterschieden belegen die Eichversuche: sie wird eindrucksvoll demonstriert z. B. durch den langsamen stetigen Abfall der Temperaturwerte bei anhaltender arterieller Blutsperre und durch offenbar gute Wiedergabe der spontanen Temperaturschwankungen in 15 sek.-Abstand. Im übrigen sei darauf hingewiesen, daß Infrarot (I. R.)-Strahlungs-Thermometer sich selbst zur Temperatur-Messung des Meereswassers (bei wolkenlosem oder homogen bedecktem Himmel eignen. (BROCKS)

Zu C III

Physikalische und physiologische Probleme der Wärmeabstrahlung: wie bereits in der Einleitung betont, wird unter bestimmten Umgebungsbedingungen etwa 50 % der von der Haut abgegebenen Gesamtwärme in Form der Infrarotstrahlung abgegeben. Die Frage, welches die wahre abstrahlende Struktur ist, hat zwei Aspekte:

1. Anatomie der topographischen Feinverteilung der Hautgefäße
2. das grundlegende Problem, ob die Hautoberfläche als solche abstrahlt oder aber ob auch aus tieferen Strukturlagen der Haut I. R.-Strahlung stammen kann, was eine gewisse Transparenz der oberhalb dieser im Inneren der Haut gelegene Fläche liegenden Korium- und Epidermispartien für das langwellige Infrarot voraussetzt. Rechnerische Überlegungen setzen naturgemäß Kenntnis der Koeffizienten der Durchlässigkeit für I. R. der betreffenden Strukturen voraus.

Vorausgeschickt sei, daß die subepidermalen Kapillaren ebensowenig wie der subepidermale Venenplexus die abstrahlende Fläche darstellen können, da z. B. die hier

vorgelegten Untersuchungen die Existenz eines schon IPSEN bekannten persistierenden kalten Erythems untermauern. (siehe insbesondere Heftpflasterreaktionen C IV/1).

Zum 1. Teil der Frage wäre zu bemerken: wie aus den Abbildungen 53 und 54 ersichtlich, herrschen unterschiedliche Vorstellungen über die Gefäßfeinverteilung zwischen Anatomen und Physiologen. Erstere verneinen, jedenfalls PETERSEN (Abb. 53), die Existenz eines von SPALTEHOLZ früher vermuteten subpapillären arteriellen Netzes, in dessen Sphäre Physiologen (jedenfalls BAZETT 1941, HENSEL 1952) die hauptabstrahlende Fläche im mittleren Korium vermuten. (Abb. 54)

Die Feinaufteilung der arteriellen wie venösen Geflechte in der Haut ist ohne Zweifel regionär sehr unterschiedlich. In der Kopfhaut, wahrscheinlich auch an der - zumindest oberen - Stirn sind bis fünf überein-

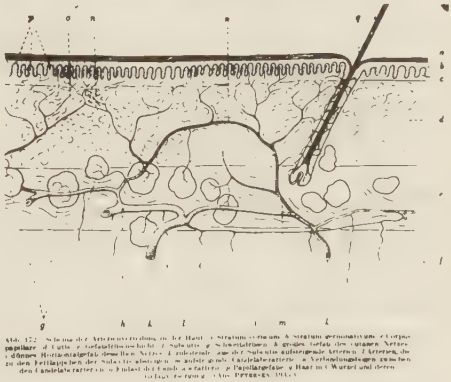


Abb. 53

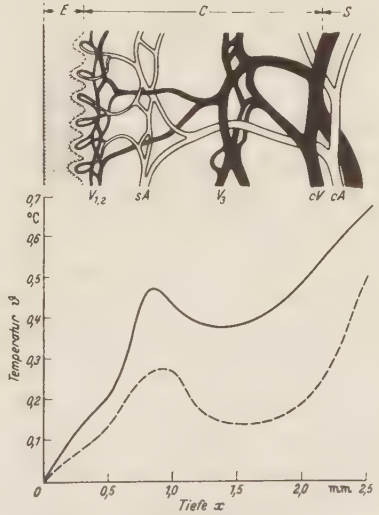


Abb. 170. Vermutliche Beziehung zwischen dem intracutanen Temperaturgefälle und der Lage der cutanen Gefäße. *E* Epidermis, *C* Corium, *S* Subcutis, *sA* subpapilläres Arteriennetz, *cA* cutanes Arteriennetz, *V* 1, *V* 2, *V* 3 Venenplexus, *cV* cutaner Venenplexus. Temperaturgefälle bei schwacher Durchblutung ————, Gefälle bei starker Durchblutung — — — —. (Nach BAZETT 1941, aus HENSEL 1952.)

Abb. 54

andergelagerte arterielle Netze nachgewiesen worden: hiermit dürfte im Zusammenhang stehen, daß die Stirn als die wärmste Körperregion gilt. Immerhin erscheint die Annahme einer real abstrahlenden Fläche in ca. 0,8-1 mm Tiefe (Abb. 54) deswegen nicht absurd, weil nach PETERSEN von dem Hauptspeisenetz, dem Cutis/Subcutis (C/SC)-Arteriengeflecht, ausgehende konvexe Brücken-Kollateralen angenommen werden; von diesen gehen kleinere Arterien-(oder Arteriolen?) Stümpfe ab in Form der Kandelaberarterien, die sich bald in miteinander vermaschte Kapillarzweige verästeln. Dessen unbeschadet sind nicht unbedingt anatomisch durch besondere Strukturen ausgezeichnete arteriovenöse Anastomosen (STAUBESAND) im oberen Korium zu vermuten (MARX und SCHOOP).

Zum 2. Teil der Frage: GÖPFERT (1965) vermutet in den subepidermalen Kapillarschlingen und den darunterliegenden Gefäßnetzen die wärmsten Stellen der Haut. Für erstere ist diese Annahme sicher nicht zutreffend; was unter "darunterliegenden Gefäßnetzen" verstanden werden kann, wurde gerade skizziert. Im übrigen stellt GÖPFERT - in einer Entgegnung zu KROEBEL und VANSELOW, welche davon ausgehen, daß das 300 µ dicke Epithel zum überwiegenden Teil aus Wasser bestehe und eine 300 µ dicke Wasserschicht weniger als 1 % der infraroten Strahlung hindurchlasse - heraus, daß das Stratum corneum und das Stratum lucidum einen ganz geringen Wassergehalt und nur die darunterliegenden Epithelschichten einen Wassergehalt von 60-80 % hätten. Weiterhin dürfe nicht außer acht gelassen werden, daß das Epithel gerade dort, wo die Kapillaren an die Hautoberfläche herantreten, nämlich in den Papillen, nur etwa 100 µ und weniger dick sei. (Trotzdem trifft, wie schon S. 45 betont, die Annahme, daß die Kapillaren zur wärmeabstrahlenden Fläche gehören, wohl nicht zu.)
Der genannte Autor zieht daraus den Schluß, daß durchaus damit zu rechnen ist, daß Wärmestrahlen aus dem Bereich der peripheren Hautgefäße nach außen gelangen. Zur Unterstützung dieser These führt er Untersuchungen an, die eine arterielle Drosselung der Unterarme der Versuchsperson vor Beginn

der eigentlichen Messungen beinhalten, die dann in Eiswasser stark abgekühlt, und - ohne die Stauung zu lösen - bei normaler Zimmertemperatur wieder aufgewärmt werden. Die Ergebnisse sprächen dafür, daß "eine gesteigerte Hautdurchblutung die Meßwerte der Strahlungszahl erhöht, ein gedrosselter Kreislauf sie erniedrigt", woraus sich der logische Schluß ergäbe, "daß die obersten Schichten der Haut bis zu einem gewissen Grade für infrarote Strahlen durchlässig sind". Die Strahlungszahl wurde in der oben genannten Arbeit berechnet als Quotient T_{Haut} (I. R.)/ T_{Haut} (Kontakttemperatur).

Im Zusammenhang mit der Grundfrage, ob ein Teil der Wärme direkt aus tieferen Strukturlagen der Haut abgestrahlt wird oder aber die Wärme in ihrer Gesamtheit konduktiv und konvektiv zur Hautoberfläche geleitet wird und von dort erst abgestrahlt wird, ist es interessant, Wärmeleitzahl (WLZ) und Absorptionskoeffizient der Haut zu vergleichen. Die "WLZ" gibt Auskunft über den intracutanen Wärmetransport (die "Wärmedurchgangszahl" über den Wärmedurchgang vom Körperinneren zur Haut) und hat die Dimension cal cm^{-1} s^{-1} $Grad^{-1}$. Dabei ist die WLZ abhängig von der Wärmeleitfähigkeit (Konduktion) der jeweiligen Hautschichten und von dem Wärmetransport infolge Durchblutung der jeweiligen Gewebspartien (Konvektion). Der Absorptionskoeffizient entspricht der Strahlungszahl und gibt Auskunft über die Durchlässigkeit der Haut für I. R.-Strahlen. Der Absorptionskoeffizient = 1 findet sich bei einem schwarzen Körper, d. h. es besteht keine Durchlässigkeit für I. R.-Strahlen. Je niedriger die Strahlungszahl bzw. der Absorptionskoeffizient einer Gewebsschicht unter 1 liegt, um so mehr I. R.-Strahlung läßt sie hindurch.

Es ist zunächst darauf hinzuweisen, daß die Wärmeleitzahl und I. R.-Absorption bei ein und demselben Stoff völlig divergieren. Die WLZ von Haaren und Federn liegt mit 0,05 cal cm^{-1} s^{-1} $Grad^{-1}$ erstaunlich niedriger und ist nur mit der geringen Wärmeleitzahl der Luft selbst vergleichbar. Die Gesamthaut, d. h. Epidermis plus Korium, weist eine WLZ von 0,8, die Epidermis 0,5, Fett 0,4, Muskel 1,1 auf. Die WLZ lebender Haut, in situ schwach durchblutet, wird mit 0,75, die der stark durchbluteten Haut mit 3,5 angegeben. Wasser: 1,4. (PRECHT, CHRISTOPHERSEN, HENSEL)

Über Infrarotstrahlung sind nur einige Angaben erhältlich; immerhin zeigen sie, daß Wasser eine hohe Absorption im längerwelligen I. R. aufweist, Luft dagegen sozusagen

keinen Widerstand bietet, was gerade mit dem hier verwendeten Gerät eindeutig und leicht demonstriert werden kann und im Prinzip auch dem Laien bekannt ist. GÖPFERT gibt ferner einige genauere Werte über die mittleren Strahlungszahlen bestimmter Hautregionen an: Rücken 0,97, Unterarm 0,96, Fußsohle 0,94.
Er fährt fort: "In der lebenden Haut wird der Temperaturgradient im allgemeinen von innen nach außen fallen. Findet nun eine Durchstrahlung von diesen Orten höherer Temperatur statt, so muß die gemessene Strahlungstemperatur höher erscheinen, als es der Oberflächentemperatur entspricht; die daraus berechneten Strahlungszahlen werden also relativ zu hoch sein".

Soweit ersichtlich, liegen vergleichende Messungen mit einer hochempfindlichen NTC-Meßanordnung (geringster Eigen-Wärme-Kapazität) zur Objektivierung der Oberflächentemperatur einerseits, mit einem I. R.-Meßgerät zum anderen nicht vor (s. auch unten).

Zu C III 1.
Die Ergebnisse der mit Hilfe des I. M. G. durchgeführten Messungen der Oberflächentemperatur-Spontanrhythmik, des Temperatur-Mosaiks und der konsensuellen Reaktionen bestätigen in der Physiologie bereits seit längerem bekannte Phänomene und bedürfen hier keiner eingehenderen Erörterung.

Zu C III 2.
Die vergleichenden Untersuchungen des Verhaltens der Hauttemperatur und der (optischen) reaktiven Hyperaemie nach arterieller Blutsperre sowie nach Pinselung mit einem Rubefaciens bestätigen ebenfalls das aus der Literatur bekannte Phänomen der Dissoziation zwischen dem zeitlichen Einsetzen bzw. Persistenz der sichtbaren Hyperaemie einerseits und der reaktiven Temperaturerhöhung zum anderen. (Weiteres Beispiel: UV-Erythem: nach VAN DER LEUN setzte die Rötung 2 Stunden vor der Temperaturerhöhung ein.)

Nach BURTON und TAYLOR wirken sich rhythmische Schwankungen des Volumenpulses erst nach jeweils 30 Sekunden auf die Hauttemperatur aus. Auch nach MARX und SCHOOP, die sich der Methodik der Druckentlastungs-Plethysmographie nach SCHRÖDER bedienten, tritt die reaktive Hyperaemie etwa 1 Minute vor der reaktiven Erwärmung nach Lösen der Sperre auf, eine Latenz, die hier durch die geringe Wärmeleitfähigkeit des Gewebes seitens der Autoren erklärt wird. Auf Grund der Meßergebnisse gleichzeitig durchgeführter Venendruckmessungen, Kapillardruckmessungen und Erfassung der arteriellen Pulsamplituden geben die Autoren detailliertere Vorstellungen über den Gesamtverlauf der Vorgänge nach Lösen der arteriellen Sperre:

"In der Anfangsphase der reaktiven Hyperaemie sind die peripheren arteriellen Pulse noch deutlich verkleinert, während Kapillar- und Venendruck sozusagen sofort weit über ihre Normallage hinaus ansteigen. Dies wird durch eine nach Sperrelösung frühzeitig einsetzende Arteriolendilatation bei zuerst noch verengten Arterien erklärt. Der Venendruckanstieg scheint zunächst über eine Fortpflanzung des Druckes über weit eröffnete Arteriolen und Kapillaren zu erfolgen, wobei wohl zunächst arteriovenöse Anastomosen (insbesondere die von CHAMBERS und ZWEIFACH ermittelten kurzen Brückenanastomosen) weit geöffnet sind, was letztlich bedeutet, daß der Druckanstieg der Venen etwas vor dem in den Kapillaren einsetzt. Letzterer erreicht erst dann sein Maximum, wenn sich die AV-Anastomosen wieder etwas verengt haben."

Wie ersichtlich, nehmen sowohl BURTON als auch MARX eine gewisse Aufheizzeit der zwischen der wärmeabstrahlenden Fläche und der Hautoberfläche bzw. in der Umgebung liegenden Korium- und Epidermisstrukturen als Ursache der Latenz von 30-60 Sek. zwischen reaktiver Hyperaemie und reaktiver Hauterwärmung an. Die als solche mehrfach - z. B. auch von GROSSE-BROCKHOFF und in der hier vorgelegten Arbeit - gesicherte Latenzzeit, d. h. Dissoziation zwischen optisch wahrnehmbarer reaktiver Hyperaemie und Temperaturanstieg, setzt zumindest in erheblichem Umfang die Richtigkeit der erstgenannten Theorie, daß ein nennenswerter Anteil der Infrarotstrahlung direkt aus der wärmeabgebenden Strukturebene im Korium stammt, in Zweifel; vielmehr spricht die Latenz in der Tat dafür, daß zumindest der Hauptanteil der I. R.-Abstrahlung erst von der Oberfläche im eigentlichen Sinne erfolgt.

Zum weißen Dermographismus:

Obwohl in der vorliegenden Arbeit nur kurz gestreift, verdiente das Phaenomen des weißen Dermographismus, bekanntlich besonders gehäuft bei der Neurodermitis atopica auftretend, besondere Aufmerksamkeit. Schon O. MÜLLER sah kapillar-mikroskopisch eine Verminderung der sichtbaren Kapillaren, ferner erschienen die Schaltstücke deutlich dünner und der Gesamtblutgehalt der Gefäßreißer merklich geringer. Die Strömung erwies sich als träger geworden und der subpapilläre (Venen) Plexus war nicht mehr sichtbar. Dieser Beobachtung widerspricht durchaus nicht der hier vorgetragene Befund einer Thermokonstanz in dem durch Streichen des Fingernagels über die Haut physikalisch erzeugten weißen Dermographismus. Beim sog. chemischen, durch ein Rubefaciens ausgelösten paradoxen weißen Dermographismus fand sich nach FRIDERICH und AICHINGER sogar eindeutige Temperaturerhöhung (Oberflächen-Thermoelement-Messung). Diese Befundgruppe spricht nun doch wieder dafür, daß die Oberflächentemperatur in der Tat durch eine wärmeabstrahlende bzw. -abgebende Fläche unterhalb des für das unbewaffnete Auge zur Farbeinschätzung beitragenden subpapillären venösen Plexus gegeben sein muß. Wie schon angedeutet, könnte nur eine parallele Erfassung der Hautoberflächentemperatur mit der I. R.-Abstrahlung weiteren Aufschluß geben.

Zu C IV.

(Verhalten der Infrarotabstrahlung bei den geprüften Dermatosen). - Das erhebliche diagnostische Interesse, das die Messung der I. R.-Abstrahlung der Haut in anderen klinischen Fachgebieten gefunden hat (SKVERSKY, HERRING und BARON) braucht hier nicht erörtert zu werden. Hinsichtlich der Verwendbarkeit des Gerätes (oder der Thermographie) für dermatologische Fragestellungen, sei es für das Studium von Hautreaktionen (Histamin HERTING, Tuberkulin BRANEMARK), sei es für diagnostische Zwecke, erscheinen zunächst einige allgemeine Hinweise angebracht.

1. Änderungen der I. R.-Abstrahlungen sind zu erwarten, wenn in dem Areal der untersuchten Dermatosen eine genügend erhebliche Verwerfung der Gefäßarchitektur, insbesondere Abweichung der Tiefenlage der effektiven wärmeabgebenden Lage der Gefäße und/oder Änderungen der Durchblutungsintensität letzterer vor-

liegen. Die Kenntnis des allgemeinen wie individuellen histologischen Bildes der geprüften Dermatosen kann in dieser Hinsicht entscheidend wichtige Fingerzeige geben.

2. Akzidentelle pathologische Vorgänge, wie z. B. zusätzliche entzündliche Prozesse, können das individuelle I. R.-Strahlungsmuster sicherlich stark beeinflussen (fakultativ entzündliche seborrhoische Warzen, Malignome mit und ohne entzündliche Stromareaktionen).
3. Auch bei qualitativ identischen histologischen Bildern kann der Durchmesser der über der abstrahlenden Fläche liegenden Gewebspartien, seien sie bindegewebiger, epithelialer oder kornealer Natur, sehr schwanken, was wiederum das I. R.-Abstrahlungsmuster auch bei genügender histologischer Konstanz einer Dermatose maßgeblich modifizieren kann.

Im einzelnen:

C IV a: Nicht entzündliche Dermatosen

In Anbetracht der die Papillarkörper des Korium ausbuchtenden, erhabenen Zellnaevi mit und ohne Pigmentgehalt ist die Temperaturerniedrigung über ihrer Oberfläche nicht erstaunlich.

Die normale Abstrahlung im Gebiet eines Naevus flammeus spricht dafür, daß bei ihm für erstere verantwortliche Gefäßstrukturen im mittleren Korium offenbar nicht vermehrt sind.

Bei den Verrucae seborrhoicae, auch gutartige Basalzellpapillome genannt, liegt eine gefäßlose, mit lipid-durchtränkten Hornperlen durchsetzte Epithelproliferation vor: bemerkenswerterweise werden flache, aber immerhin ca. 1 mm erhabene V. s. sozusagen durchstrahlt; eine Kompensation in dem Sinne, daß durch eine stärkere Durchblutungsintensität in der abstrahlenden tieferen Gefäßstruktur die durch diese immerhin nicht unbeträchtliche Zellschichtverdickung bedingte Wärme-Isolierung aufgehoben wird, kann auf keinen Fall vorliegen, da entzündliche Prozesse nicht zum Wesen der banalen seborrhoischen Warze gehören. Letzteres mag allerdings beim Plattenepithelcarcinom vermutet werden (nur 1 Pat. geprüft); die histologischen Kennzeichen des Aufbaus der als solcher ja recht polymorphen Basaliome erklären zwanglos das

Fehlen von Abweichungen der Infrarot-Abstrahlung über Basaliomen.

Bei den so wichtigen Melanomalignomen, deren Diagnose auch dem Erfahrenen oft sehr schwer fällt, erscheinen weitere Untersuchungen dringend erforderlich; es ist aufgrund der histologischen Erfahrungen mit einem variablen Verhalten der Infrarot-Abstrahlung zu rechnen; immerhin erscheint die Frage prüfenswert, ob I. R.-Messungen nicht doch einen gewissen Beitrag zur so oft schwierigen Differentialdiagnostik des Melanoms liefern könnten. Die völlig eindeutigen z. T. über zwei Grad hinausgehenden Temperatursenkungen im Bezirk von Ulcera crurum sind insofern nicht erstaunlich, als diese Ulcera ja aller Regel nach sich bis unterhalb der Lage des C/SC-Gefäßnetzes erstrecken. Insbesondere werden sehnenscheiden- oder gar periostnahe Ulcera sich durch tiefe Temperaturen auszeichnen. Es eröffnet sich auch insofern eine fruchtbare prognostische Perspektive, als die mit dem I. R.-Gerät gemessene Temperatur ceteris paribus von dem Ausmaß der callösen Verschwartung des Randes mitbedingt sein dürfte. Entsprechende Messungen könnten mithin über die Therapie-Prognose dieser Ulcera gewisse Aufschlüsse geben.

Neuerdings (1970) kamen BREHM und Mitarbeiter bei Messungen der I. R.-Abstrahlung über Hauttumoren zu Ergebnissen und Folgerungen, die sich weitgehend mit dem hier Vorgetragenen decken.

C IV b: Exsudative bzw. entzündliche Dermatosen

Die Erhöhung der Infrarottemperatur über urticariellen Plaques sowie über Erythema exsudativum multiforme-artigen Arzneimittelexanthemen spricht eindeutig für eine fluxionäre Hyperaemie der wärmeabgebenden tieferen Gefäßnetze offenbar in einem oberflächennahen arterio-venösen Anastomosengebiet.

Ekzeme:

Das Verhalten der Infrarotabstrahlung über Ekzemen entspricht durchaus dem der kontakt-allergischen Läppchen-Reaktionen: Ekzeme geringeren Akuitätsgrades zeigen zwar das charakteristische Erythem, das aber im Sinne von IPSEN als "kalt" zu bezeichnen ist; heftigere Ekzeme zeigen eindeutige Temperatur-

erhöhung, während chronische, lichenifizierte, d. h. hyper-ortho- und parakeratotische Ekzeme sich wiederum als temperaturindifferent erweisen.

Besonders interessant ist das Verhalten der I. R.-gemessenen Temperaturen über Psoriasisherden. Diesbezüglich wurden klinische Messungen an immerhin 28 Patienten durchgeführt, die Ergebnisse sind damit wohl genügend gesichert. Wie ersichtlich, spielen sehr starke Schuppenauflagerungen keine Rolle: über durch Salicylvorbehandlung entschuppten, flammend roten Einzelherden beliebiger Größe verhalten sich I. R.-Temperaturen ebenso indifferent wie über Herden mit mittelstarken bis mehrere mm erhabenen Schuppenauflagerungen.

Wenn auch histologisch neuerdings zwar als für die Psoriasis recht charakteristische, korkenzieherartige Verbreiterungen, ferner Verästelungen der intrapapillären Kapillaren nachgewiesen sind, so sind in den eigentlichen wärmeabstrahlenden tieferen Gefäßgebieten histologisch keine Veränderungen zu beobachten. Hierbei ist allerdings zu bedenken, daß die sozusagen statische Histologie keinerlei bindenden Aufschlüsse über die Durchblutungsintensität der einzelnen Gefäßschichten zu liefern vermag. Andererseits: eine 3 mm dicke Hornschicht bedeutet mindestens eine Vervierfachung des Zwischenraumes der oberhalb der wärmeabgebenden Gefäßschichten liegenden gefäßlosen oder wärmeindifferenten Strukturen. Man sollte daher annehmen, daß die Abkühlung derart dicker Hornschichten durch die umgebende Luft die innere Aufwärmung derart überkompensiert, daß eine eindeutige Minderung der Infrarot-Temperatur zu erwarten wäre. Gewiß: der silbrige Glanz der Psoriasisschuppen beruht auf einem nicht unerheblichen Luftgehalt - nach dem Prinzip, das aus der Botanik als das Phaenomen der panaschierten Blätter ja wohlbekannt ist. Trotz dieser gut I. R.-durchlässigen Lufteinlagerungen ist die Beobachtung nur durch zwei Annahmen zu erklären: entweder ist (extrem wasserarmes!) Skleroprotein (=Hornschicht-)material besonders gut infrarotdurchlässig. Wenn diese Annahme richtig ist, dann müßte eine eindeutige Dissoziation zwischen klassischen Oberflächen-

temperaturen und I. M. G.-gemessener Infrarotabstrahlung bestehen. Derartige Messungen liegen noch nicht vor.
Eine andere Erklärung könnte darin bestehen, daß die Wärmeleitfähigkeit des nicht durchbluteten Hornmaterials letztlich relativ so gut ist, daß die luftbedingten Abkühlungsverluste schnell wett gemacht werden. Dies wäre aber nun gerade in Anbetracht der geringen Wärmeleitfähigkeit des luftdurchsetzten, trockenen Hornmaterials (s. Diskussion S. 48) erstaunlich, wenngleich sich die (nicht bekannte) Wärmeleitfähigkeit der Psoriasisschuppen nicht ohne weiteres mit der von Haaren oder Federn vergleichen läßt.

Der Lösung dieses Problems wäre wohl nur durch die bereits erwähnten vergleichenden Messungen der I. R.-Abstrahlung zusammen mit denen der Oberflächentemperatur näher zu kommen, zum anderen durch Wiedererwärmungsversuche, bei denen bei Zutreffen der 2. Annahme mit einer nur geringen Verlangsamung des Temperaturanstieges oberhalb der Psoriasisplaques gegenüber dem der gesunden Haut zu erwärten wäre.

Es seien hier noch kurz die Ergebnisse der Messungen der reaktiven (Durchblutungs!)-Hyperaemie, d. h. nicht etwa der optisch sichtbaren Hyperaemie mit Hilfe der Henselschen Wärmeleitsonde erwähnt, wie sie HAUPTMANN und HEITE bei Psoriasis durchgeführt haben. (Grundlegende Monographie über die Wärmeleitsonde: GOLENHOFEN, HENSEL und HILDEBRANDT 1963; Beispiele aus der Dermatologie: BORELLI und KOPECKA).

Die erstgenannten Autoren fanden nach Lösung der arteriellen Sperre eine sofort einsetzende (Durchströmungs-) Hyperaemie im Bereich psoriatischer, mit Salicylsäure entschuppter Plaques. Diese Beobachtung steht in keinem Widerspruch zu der oben mehrfach erwähnten Zeitdifferenz zwischen (optischer) reaktiver Hyperaemie und reaktiver Erwärmung nach arterieller Drosselung usw., noch werfen sie ein Licht auf die soeben gebrachten Befunde: mit der Wärmeleitsonde (Fluvograph) wird ja die in einem bestimmten Gewebsbezirk vorhandene Gesamtheit derjenigen Gefäße erfaßt, deren Blutinhalt zum konvektiven Wärmetransport beitragen.

In Anbetracht der relativ hohen Dichte der Gesamtheit der von der Leitsonde erfaßten Kapillaren bei der Psoriasis nimmt es nicht wunder, daß die (entschuppten) Psoriasisplaques, sei es ohne Sperre, sei es reaktiv, nach Beendigung der Sperre beachtlich erhöhte Wärmeleitwerte aufweisen.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Nach Darstellung einiger Elementardaten zur Physiologie der Wärmeabgabe und der Hauttemperatur wird über die Zusammenhänge zwischen Hautfarbe und Hauttemperatur unter allgemeinen wie experimentellen Gesichtspunkten referiert. Nach kurzer Darstellung der Methoden der Hauttemperaturmessung wird das in der vorliegenden Arbeit verwendete Infrarot-Meßgerät näher beschrieben.

In eigenen Untersuchungen wird (I) über die Brauchbarkeit des Gerätes hinsichtlich der Erfassung von Temperaturunterschieden auf der Haut berichtet, (II) mit Hilfe dieses Gerätes die mittels der klassischen Thermometrie bereits ermittelten physiologischen Temperaturschwankungen unter dem Einfluß arterieller Blutsperre, unter den Bedingungen der reaktiven Hyperaemie, nach Applikation eines Rubefaciens sowie intracutaner Injektionen gefäßaktiver Pharmaka nachgeprüft und bestätigt,
(III) über die I. R. Temperaturmessungen bei Ekzemläppchen-Tests, Heftpflasterreaktionen sowie bei einer größeren Zahl nicht entzündlicher und entzündlicher Dermatosen an insgesamt 80 Patienten berichtet.

Die Vorteile des denkbar einfach zu bedienenden Infrarot-Meßgerätes kamen hierbei zur Geltung, andererseits ermöglicht gerade dieser methodische Vorteil die schnelle Erkennung der Einwände, die gegen den unbesehenen Einsatz des Gerätes als diagnostisches Hilfsmittel Bedenken aufkommen lassen. So bedarf es z. B. noch eingehender Studien, inwieweit die Methode als differentialdiagnostisches Hilfsmittel zur Abgrenzung zwischen bösartigen und gutartigen Hauttumoren herange-

zogen werden kann. Auf der anderen Seite werfen die Ergebnisse bei der Psoriasis vulgaris wie aber auch bei den Ulcera crurum interessante physiologisch-physikalische Probleme auf.

F. A N H A N G

Hier sollen noch spezielle technische Daten des Gerätes - entnommen dem Werksprospekt - und physikalische Grundlagen der Messung unter besonderer Berücksichtigung des verwandten Gerätes aufgeführt werden. Letzteres zitiert aus MANSTEIN, B. und H. KELLER "Untersuchungen zur Thermoregulation des Menschen".

Technische Daten:

Spektraler Empfindlichkeitsbereich		$1 - 25\ \mu$
Grenzempfindlichkeit ca.		10^{-9} W
Temperaturmessbereich		26 - 41° C
Eichung	0 Skalenteile = 26° C	
	150 Skalenteile = 41° C	
Modulationsfrequenz		12,5 Hz
Verstärkungsfaktor		ca. $2 \cdot 10^7$
Bandbreite		ca. 1 Hz
Versorgungsspannung		220 V
Netzfrequenz		50 Hz
Abmessungen:		
Verstärker	ca. 610 . 440.225 mm	
Meßsonde	ca. 230 . 110. 60 mm	
Gewicht:		
Meßsonde	ca. 0,9 kg	
Verstärker	ca.20,5 kg	

Physikalische Grundlagen der Messung:

"Ausgangspunkt für die Messung ist die Eigenschaft der menschlichen Haut, für Infrarotstrahlung ein Emissions- und Absorptionsverhalten zu zeigen, das dem in der Physik wohlbekannten "Schwarzen Körper" nahezu entspricht. Für diesen gilt nach Stefan-Boltzmann für die gesamte in den Halbraum emittierte Strahlung.

$$W_{ges} = \sigma F T^4 \qquad (1)$$

W_{ges} = Gesamtstrahlungsleistung

σ = $5{,}75 \cdot 10^{-8}$ $W/m^2\ Grad^4$

F = Strahlerfläche

T = Strahlertemperatur

"Der Wert der Strahlungskonstante aus dem Stefan-Boltzmann'schen Gesetz berechnet sich aus den atomaren Konstanten (c, h, k) augenblicklich zu

$$\sigma = (5.680 \pm 0{,}015)\ 10^{-5}\ erg\ cm^{-2}\ s^{-1}\ Grad^{-4}$$" x)

x) (aus Lexikon der Physik, Herausgeber Hermann Franke, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1969)

Man kann somit aus dem Wert für W_{ges} des "Schwarzen Körpers" Haut eindeutig auf dessen Temperatur schließen.

Aus (1) ergibt sich für den allgemeinen Fall von zwei in Wechselwirkung stehenden "Schwarzen Körpern" der Flächen F_1, F_2, die den Abstand R voneinander und die Temperaturen T_1, T_2 haben, für den Strahlungsfluß $W_{1,2}$

$$W_{1,2} = \sigma F_1 \sin^2 u \, (T_2^4 - T_1^4) \qquad (2)$$

Hierin ist 2 u der Winkel, den die im Abstand R von F_1 befindliche Fläche F_2 von einem Punkte in F_1 aus aufspannt. Setzt man für T_1 die Empfängertemperatur T_e, für F_1 die Empfängerfläche F_e, für T_2 die Objekttemperatur T_o und für 2u den durch das Objekt von F_e aus aufgespannten Winkel, dann ist

$$W_{1,2} = \sigma F_e \sin^2 u \, (T_o^4 - T_e^4) \qquad (3)$$

die Grundlage für die Strahlungsmeßverfahren.

Weiterhin führen die genannten Autoren aus, daß die möglichen T_o des "Schwarzen Körpers" Haut nur wenig voneinander und von T_e abweichen. Dadurch sei der Strahlungsfluß ($W_{1,2}$) klein und die zu messenden Werte $W_{1,2}$ wenig unterschiedlich. Es müsse daher zur Messung die Empfängertemperatur T_e sehr genau konstant gehalten werden und die Apparatur sehr empfindlich sein. Da die Haut als "Schwarzer Körper" aufzufassen ist, ist die Gültigkeit des Lambert'schen Kosinusgesetzes gegeben, nach dem die Flächenhelligkeit der strahlenden Fläche unabhängig ist vom Betrachtungswinkel. Die menschliche Haut verhält sich daher im Infrarot-Bereich so, als sei sie glatt im Sichtkegel des Empfängers aufgespannt. "Kontraste" müssen demnach Temperaturunterschieden zugeordnet werden. Die erforderliche hohe Empfindlichkeit wird bei Verwendung der Wechsellichtmethode durch einen Verstärker erreicht. Dabei tritt die Strahlung innerhalb eines durch die Blenden des Meßkopfes bestimmten Winkels (2u) in diesen ein. Deckt die - schwarze - Sektorenscheibe (s. o.) den Empfänger ab, dann ist der Strahlungsfluß

$$W_1 = \sigma F_e \sin^2 u \, (T_s^4 - T_e^4) \qquad (4)$$

T_s = Scheibentemperatur.

Ist der Strahlengang zum Objekt hin frei, dann ist

$$W_2 = \sigma F_e \sin^2 u \, (T_o^4 - T_e^4) \qquad (5)$$

Das als "Wechsellicht" verarbeitete Signal ist dann

$$W_{1,2} = W_1 - W_2 = \sigma F_e \sin^2 u \, (T_o^4 - T_s^4) \qquad (6)$$

Voraussetzung zur Messung ist hier ebenfalls die genaue Konstanz der Größe T_s, während die Empfängertemperatur T_e nicht mehr auftritt.

MANSTEIN und KELLER führen abschließend in ihren obengenannten Untersuchungen aus: "Insgesamt können solche Anordnungen mit großer Empfindlichkeit und Nullpunktkonstanz aufgebaut werden".

G. LITERATURVERZEICHNIS

(1) ASCHOFF, J.: "Wärmehaushalt" in Landois-Rosemann, Lehrbuch der Physiologie des Menschen Band I, Verlag Urban-Schwarzenberg München-Berlin 1960

(2) ASCHOFF, J.: Mitteilung zur spontanen Vasomotorik der Haut. Pflügers Arch. ges. Physiol. 248, 171 (1944)

(3) BAZETT, H. C.: Temperature sense in man. In: Temperature, its measurement and control in science and industry New York 1941

(4) BOLTE, O.: Hautdurchblutungsproben mit hyperaemisierenden Substanzen als diagnostisches Hilfsmittel. Hautarzt 3, 304 (1952)

(5) BORELLI, S. u. KOPECKA, BOHUSLAVA: Über das Spontanverhalten der Hautdurchblutung von Kranken mit atopischer Neurodermitis bei reaktiver Hyperaemie. Dermatologica 133, 507-510 (1966)

(6) BRANEMARK, P. I., K. HERSLE, B. MASNOSSONu. H. MOBACKEN: Thermographic Evaluation of Petch-Test a. Tuberculin-Reaction. Act. Derm. Venereol. 48, 385-390 (1968)

(7) BREHM, S. u. K. E. SEEBERGER: Wärmestrahlungsmessungen über Hauttumoren Arch. klin. exp. Derm. 238, 217-227 (1970)

(8) BROCKS, KARL: Die Atlantische Expedition 1965 (IQSY) mit dem Forschungsschiff "Meteor". Franz Steiner Verlag GmbH-Wiesbaden 1966

(9) BUCHMÜLLER, K.: Über die ultrarote Emission, Reflexion und Durchlässigkeit der lebenden menschlichen Haut im Spektralbereich λ = 3-15 μ. Pflügers Arch. ges. Physiol. 272, 360-371 (1961)

(10) BURTON, A. C. und R. M. TAYLOR: A study of the adjustment of peripheral vasculartone to the requirements of the regulation of body temperature. Am. J. physiol. 129, 565 (1940)

(11) COBET, R.: Die Hauttemperatur des Menschen. Erg. Physiol. 25, 439 (1926)

(12) DOERR, F. F. und H. J. HEITE: Farbe und Wärmeabgabe der Haut nach Einwirkung von Nicotinsäurebenzylester, insbesondere bei Neurodermitikern. Arch. klin. u. exper. Dermat. 204, 542-553 (1957)

(13) EIGEL, M.: Die Ultrarotstrahlung des menschlichen Körpers. Elektromedizin, 7, 13 (1962)

(14) ENGELHARDT, A. W.: Verminderte Hautdurchblutung trotz erhöhter Hauttemperatur im Fieberanstieg. Arch. klin. u. exper. Dermat. 222, 472-488 (1965)

(15) ENGELHARDT, A. W.: Hautreaktion auf Nicotinsäurebenzylester und ihre Bedeutung für die Differentialdiagnostik von Dermatosen. Hautarzt 12, 346 (1961)

(16) FRIDERICH, H. und F. AICHINGER: Oszillometrie, Hautthermometrie und Elektrodermatogramm bei Anwendung von hyperaemisierenden Mitteln auf krankhaft veränderter Haut. Dermat. Wschr. 122, 881 (1950)

(17) GOEPFERT, H.: Die Abstrahlung der menschlichen Haut. Arch. physik. Therap. 17, 209-220 (1965)

(18) GOLENHOFEN, K. H. HENSEL u. S. HILDEBRANDT: Durchblutungsmessung mit Wärmeleitelement. Georg Thieme Verlag Stuttgart 1963

(19) GRÖER, FR. VON: Die Dermoreaktionen in ABDERHALDENS Handb. d. biol. Arbeitsmethoden II. A. XIII 2/I. Berlin und Wien: Urban & Schwarzenberg (1933)

(20) GROß, F. und E. MERZ: Pharmakologische Eigenschaften des Trafuril, eines neuen Nicotinsäureesters mit hyperaemisierender Wirkung. Schweiz. Med. Wschr. 27. XI. 1948

(21) GROSSE-BROCKHOFF, F. und VORLAENDER, K. O.: Die reaktive Erwärmung der Haut bei verschiedenen Gefäßkrankheiten. Dtsch. Arch. klin. Med. 194, 17-34 (1948)

(22) HARDY, J. P.: The radiation of heat from the human body. J. clin. Investig. 13, 593-620 (1934)
a) An instrument for measuring the radiation and surface temperature of the skin
b) A comparison of some methods of measurement
c) The human skin as black body radiator

(23) HAUPTMANN, A. W. und H. J. HEITE: Über die Wärmeleitzahl der Haut, ihre Messung und Bedeutung. Erste Untersuchungen erkrankter Hautbezirke am Beispiel der Psoriasis vulgaris. Arch. klin. exper. Dermat. 209, 412 (1959)

(24) HENSEL, H.: Physiologie der Thermorecëption. Erg. Physiol. 47, 166 (1952)

(25) HENSEL, H.: Kritische Betrachtungen zur Messung der Hautdurchblutung mit thermischen Methoden. Klin. Wschr. 34, 1273-1276 (1956)

(26) HERTING, C.: Quantitative Analyse von Intracutantests mit Hilfe der Infrarot-Thermometrie. Inaug.-Diss. Berlin F. U. 1969/70

(27) ILLIG, L.: Die Reaktion des Neurodermitikers auf zwei nikotinsäurehaltige Reizstoffe. Dermat. Wschr. 126, 753 (1952)

(28) ILLIG, L.: Die terminale Strombahn. Capillarbett und Mikrozirkulation. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961

(29) IPSEN, J.: Hauttemperaturen Georg Thieme Verlag Leipzig 1936

(30) KIENEMANN, W.: Über die Objektivität epicutan angelegter Testreaktionen bei Hautverträglichkeitsprüfungen in Abhängigkeit von der Körperregion. Aesthet. Med. 18, 5 101-108 (1960)

(31) KLEINE-NATROP, H. E.: "Hauttemperatur und Hautthermometrie" in GOTTRON u. SCHÖNFELD Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten Band I, Teil 1 493-543, Georg Thieme Verlag Stuttgart (1961)

(32) KLEINE-NATROP, H. E.: Hauttemperatur und Unterschenkelgeschwür, Arch. Dermat. Syph. (Berlin) 190, 500 (1950)

(33) KORTING, C. W. und K. RIEGEL: Vergleichende Untersuchungen über Thermoregulation des endogenen Ekzematikers auf Fernreize. Arch. klin. exper. Dermat. 205, 228 (1957)

(34) KRAMER, K. und W. SCHULZE: Die Kältedilatation der Blutgefäße. Pflügers Arch. ges. Physiol. 250, 141 (1948)

(35) KROEBEL, W.: Die Körpereigenstrahlung im ultraroten Strahlungsbereich und ihre Messung. Phys. Diät. Therap. 5, 179 (1964) cit. nach HERTING, C. siehe oben.

(36) KROEBEL, W. und VANSELOW, K.: Aufbau und Wirkungsweise einer Strahlungsmeßordnung zur Messung der Feinstruktur der Körperstrahlung des Menschen. Zschr. f. angew. Physik 13, 322-329 (1961)

(37) VAN DER LEUN, J. C.: Ultraviolet Erythema "A study on diffusion processes in human skin" Utrecht, Mai 1966 Habilitationsschrift

(38) LEWIS, T.: Observations upon the reaction of the vessels of thw human skin to cold. Heart 15, 177 (1930)

(39) MALI, J. W.: Influence of generalized inflammations of the skin on the surface temperature and on the basal metabolism rate. Dermatologica 104, 19 (1952)

(40) MANSTEIN, B. und H. KELLER: Untersuchungen zur Thermoregulation des Menschen. Fortschritte der Medizin 83, 111-115 (1965)

(41) MARX, H. und W. SCHOOP: Über das Verhalten der peripheren Strombahn in der reaktiven Hyperaemie. Zschr. Kreislaufforschung 44, 186 (1955)

(42) MÜLLER, O.: Die feinsten Blutgefäße des Menschen. Enke-Verlag Stuttgart 1939

(43) NEWBURGH, C. H.: Physiology of heat regulation and the science of clothing. Philadelphia, W. B. Saunders Co. (1949)

(44) NICOLAI, L.: Über die Infrarotstrahlung des Menschen. IV. Mitteilung: Zur Frage der kurzwelligen Grenze der Infrarotstrahlung des Menschen. Pflügers Arch. ges. Physiol. 263, 447-452 (1956)

(45) PENNES, H.: Analysis of tissue and arterial blood temperature in the resting human forearm. J. Appl. Physiol. 1,93 (1948)

(46) PETERSEN, H.: Histologie und mikroskopische Anatomie. München: J. P. Bergmann 1935

(47) PRECHT, H., I. CHRISTOPHERSEN, H. HENSEL: Temperatur und Leben. Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg (1955)

(48) RATSCHOW, M.: Angiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1959)

(49) ROTHMAN, S.: Physiology and Biochemistry of the skin. University of Chikago Press, Chikago 1954

(50) SCHNEIDER, W. und M. FISCHER: Die chronisch-venöse Insuffizienz. Enke-Verlag, Stuttgart 1969

(51) SCHOELER, H.: Über Thermographie. Med. Welt 33, 1710-1716 (1966)

(52) SCHOOP, W. und H. MARX: Periphere Kreislaufveränderungen im Arm nach Stellatum-anaesthesie. Klin. Wschr. 34, 545 (1956)

(53) SCHROEDER, W.: Eine einfache Methode zur fortlaufenden Registrierung von Änderungen der Haut- bzw. Muskeldurchblutung des Menschen und des wachen Hundes (Capillardruckmessung) Z. ges. exp. Med. 130, 513-522 (1959)

(54) SCHWAMM, E.: Die Standardmethode einer biologischen Infrarot-Emissionsdiagnostik. Erfahrungsheilkunde 8 (1959) cit. nach HERTING, C. siehe oben.

(55) SCHWAMM, E.: Die Biologie der infraroten Strahlung. Erfahrungsheilkunde 10, 170 (1961)

(56) SKVERSKY, N. J., HERRING, A. B., BARON, R. G.: Thermography in peripher vascular diseases. Ann. N. Y. Acad. Sci. 121, 118-134 (1964)

(57) SPALTEHOLZ, W.: Blutgefäße der Haut. In: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten, Band I/1 S. 379 Berlin: Springer 1927

(58) STARK-MITTELHOLZER, O.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über das Hyperaemiemittel Trafuril. Dermatologica, Basel 100, 23 (1950)

(59) STAUBESAND, J.: Zur Morphologie der arterio-venösen Anastomosen. In Kapillaren und Interstitium, Hamburger Symposion Okt. 1954, Stuttgart 1955, zit. nach Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Band III/3 S. 198 (W. v. Möllendorff und W. Bargmann eds.) Berlin-Göttingen-Heidelberg Springer 1957

(60) STOLL, A. M. und J. D. HARDY: Study of Thermocouples as Skin Thermometers. J. appl. Physiol. 2, 531, (1950)

(61) STREHLER, E.: Zur therapeutischen Anwendung der Hauthyperaemie mit besonderer Berücksichtigung des Trafurils. Schweiz. Med. Wschr. 27. XI. 1948

(62) STÜTTGEN, G.: Die normale und pathologische Physiologie der Haut. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1965)

D a n k s a g u n g

Herrn Prof. Dr. med. H. W. Spier danke ich sehr herzlich für die Problemstellung der Arbeit, für die Möglichkeit, in der Universitäts-Hautklinik im Rudolf-Virchow-Krankenhaus arbeiten zu können und ganz besonders für die jederzeit gegebene freundliche Beratung.

L e b e n s l a u f

Am 2. Dezember 1940 wurde ich als zweites Kind des Rechtsanwalts und Notars Karl Ellinghaus und seiner Ehefrau Annelies, geb. Warlimont, in Coesfeld/Westfalen geboren. Nach Besuch der Grundschule ging ich über auf das Staatl. Gymnasium Coesfeld und legte dort 1960 auf dem humanistischen Zweig das Abitur ab.

Nach einem Jahr Wehrpflicht begann ich 1961 das Medizinstudium in Münster und absolvierte 1963 das Physikum. Zum klinischen Studium wechselte ich im Sommer 1964 zur Freien Universität Berlin und legte dort am 29. September 1967 mein Staatsexamen ab.

Im Frühjahr 1966 begann ich in der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten der Freien Universität Berlin im Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhaus meine Experimente für die vorliegende Arbeit.

Die Medizinalassistentenzeit absolvierte ich an Kliniken in Bielefeld und Frankfurt a. M. und erhielt im Januar 1970 meine Approbation als Arzt.